Breve Historia de las Telecomunicaciones

Ing. José Joskowicz
josej@fing.edu.uy
Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, URUGUAY

Marzo 2009
Versión 5

Temario

"Cualquier tecnología suficientemente avanzada es indistinguible de la magia"

Arthur C. Clarke
(1917-2008)



Historia de las telecomunicaciones

1800 Alejandro Volta diseña la primer batería

1820 Christian Oersted descubre los primeros efectos del electromagnetismo. En un famoso experimento en la Universidad de Copenhagen, Oersted dispuso una brújula bajo un conductor eléctrico. Al hacer circular corriente por el conductor, la aguja de la brújula se mueve, demostrando que las corrientes eléctricas producen campos magnéticos.

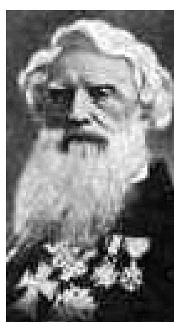
1821 Michael Faraday descubre la inducción, demostrando que los efectos descubiertos por Oersted son "reversibles". Faraday logra hacer circular corriente por conductores eléctricos que giran alrededor de un imán permanente. De hecho, se inventa el primer generador eléctrico, convirtiendo energía mecánica en energía eléctrica.

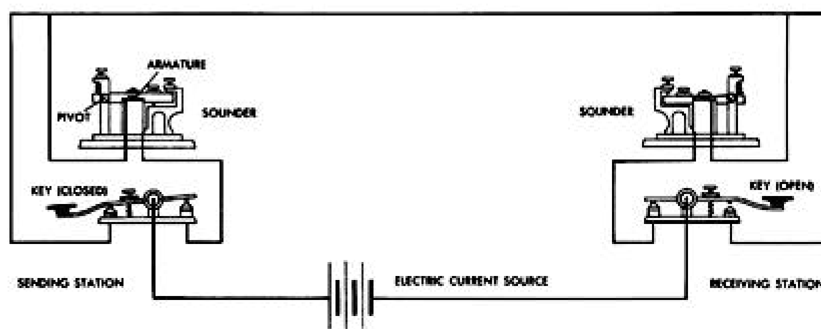

Michael Faraday
1791 to 1867

1830 Joseph Henry diseña un sistema "práctico" para enviar señales eléctricas y detectarlas en extremos distantes. Es el predecesor del telégrafo.


Joseph Henry
1797 to 1878

1837 Samuel Morse inventa el premier telégrafo. En 1938 presenta la patente de su invento, y la obtiene en 1848. El sistema utilizaba una llave para cerrar o abrir un circuito eléctrico, una batería, un conductor para unir las estaciones telegráficas y un receptor electromagnético, que producía un sonido indicando el cambio en el pasaje de corriente. El retorno de la corriente se producía por "tierra", por lo que bastaba un solo conductor eléctrico entre las estaciones telegráficas. Completó el sistema diseñando el conocido "código Morse", consistente en puntos y barras, los que eran representados por cortes pequeños o prolongados en la corriente. El telégrafo fue la primer aplicación práctica y comercial que utilizaba la electricidad. De hecho, fue el primer sistema *digital* de comunicaciones


Samuel Morse
1791 to 1872




Alexander Bain

1843 Pocos años luego del invento del telégrafo, Alexander Bain, un escocés dedicado a la relojería, presenta en Gran Bretaña, una patente por el concepto de “mejoras en la producción y regulación de corrientes eléctricas, impresiones electrónicas y señales telegráficas”. Alexander Bain había diseñado un sistema capaz de transmitir imágenes a través de líneas telegráficas, es decir, inventó el primer “fax”.

La idea básica consistía en recorrer un documento original línea a línea, detectar “claros” y “oscuros”, convertirlos en señales eléctricas y transmitirlas hasta el destino sobre cables telegráficos.

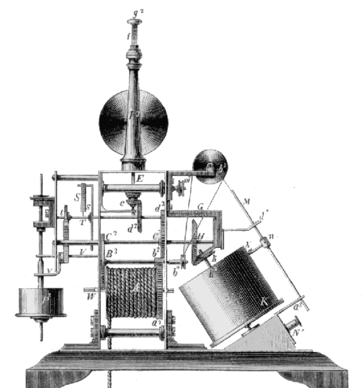
El documento debía estar grabado en relieve sobre una plancha metálica. Esta plancha era ubicada sobre un mecanismo móvil, sobre el que se movía un péndulo también metálico. Este péndulo rozaba la superficie en relieve (partes oscuras de la imagen), permitiendo el pasaje de una corriente, que se interrumpía sobre las partes claras de la imagen. Cuando el péndulo llegaba hasta el final de un línea, el documento junto a su mecanismo móvil era desplazado una línea hacia abajo, de manera que en la próxima oscilación el péndulo recorría una nueva línea.

En el destino, un péndulo similar recorría un papel tratado químicamente y puesto sobre una plancha metálica. Cuando circulaba corriente entre el péndulo y la plancha metálica, el papel (que estaba entre ambos), quedaba de color oscuro.

Las ideas de Bain, de recorrer los documentos línea a línea y utilizar papeles especiales en la recepción, son las utilizada actualmente en los sistemas de fax modernos.

Por supuesto, varios problemas tecnológicos tuvieron que ser resueltos. Uno muy importante fue el de sincronizar el destino con la fuente. Para esto, Bain utilizó un sistema de relojería eléctrica, que mantenía a los péndulos en fase.

Información adicional acerca de la biografía de Bain y sus inventos puede verse en [1],[2],[3],[4] y [5].



1847 Nace Graham Bell, en Edimburgo, Scotland. Bell es educado en una familia donde la música y las palabras tenían gran relevancia. Su padre había diseñado un sistema denominado “voz visible”, para ayudar el aprendizaje del habla a las personas sordas. Su abuelo era maestro. Los cursos tomados por Graham Bell incluyeron anatomía y fisiología. Toda su educación y entorno estuvo relacionado con la mecánica de la voz y el sonido. Varios años luego de haber inventado el teléfono, Bell remarcaba: *“Ahora me doy cuenta que nunca hubiera inventado el teléfono si hubiera sido un electricista. La ventaja que yo tuve fue que toda mi vida la había dedicado al estudio del sonido, al estudio de las vibraciones”*.



Alexander Graham Bell
1847 to 1922

En 1873, Bell obtiene su diploma de fisiólogo vocal en el Boston College. Durante el día enseñaba a hablar a niños sordos, utilizando el dispositivo diseñado por su padre. Durante la noche, trabajaba en lo que él llamaba el “telégrafo musical”, o “telégrafo armónico”. Enviar muchos mensajes en forma simultánea por un mismo cable traería inmediatas ventajas para las empresas telegráficas, ya que les permitiría incrementar su capacidad de envío de mensajes, sin necesidad de tender nuevos cables. (Este concepto, conocido actualmente como “multiplexación” es ampliamente usado en telefonía.) Bell entendía que el inventor que pudiera diseñar este tipo de dispositivo podría ganar importantes sumas de dinero.

Dado sus conocimientos acerca del sonido, Bell creía que sería posible enviar varios mensajes sobre un mismo cable, si pudiera enviar “sonidos” de distintos tonos en forma eléctrica.

1866 Casi 30 años después del invento del telégrafo por parte de Morse, un personaje poco conocido realiza la primera comunicación telegráfica inalámbrica. Mahlon Loomis era un dentista nacido en 1826. A comienzos de la década de 1860, Loomis comienza a interesarse en la electricidad, y a realizar “extraños” experimentos. Intenta averiguar, por ejemplo, el efecto

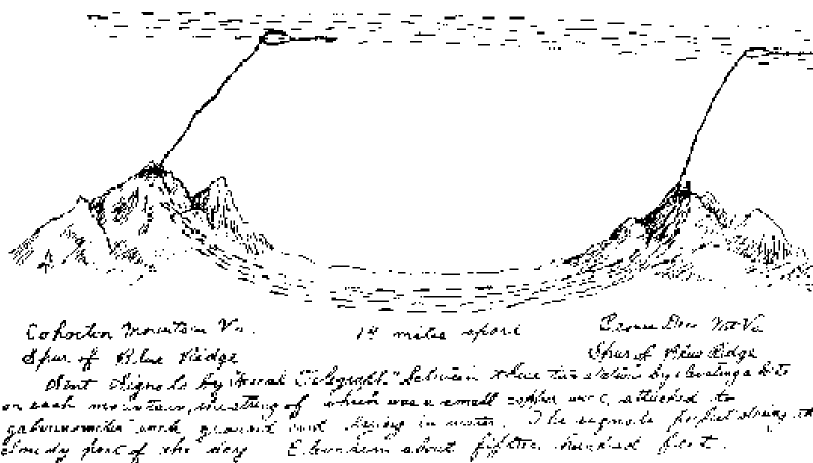
de las corrientes eléctricas en el crecimiento de las plantas, enterrando electrodos cercanos a las raíces de plantas y haciendo circular corriente entre ellos.


Mahlon Loomies
1826 - 1886

Hay documentación del propio Loomis que asegura que alrededor de 1866 logró realizar un telégrafo inalámbrico. El sistema consistía en remontar 2 cometas alejadas algunos kilómetros, cuyas cuerdas contenían conductores eléctricos. En una de las cometas se conectaba un galvanómetro entre la punta del conductor eléctrico y tierra. Si la cometa estaba a la altura adecuada, el galvanómetro registraba el pasaje de una pequeña corriente, producida por la diferencia de potencial entre las nubes y la tierra.

En la otra cometa se conectaba o desconectaba la punta del conductor eléctrico a tierra. Esto producía que las nubes redujeran su potencial respecto a tierra, lo que podía ser detectado con el galvanómetro de la otra cometa.

Loomies creía que la atmósfera tenía “capas conductoras”, y no lograba explicar por qué había días en los que la comunicación era posible, y otros en los que no.



Creyendo que su sistema podría funcionar incluso a grandes distancias, Loomies solicitó al Congreso de EEUU la suma de U$S 50.000 para diseñar un telégrafo inalámbrico que pudiera comunicar América con Europa. Aunque algunos congresistas lo apoyaron, varios creyeron que se trataba de un fraude, o que simplemente el sistema no podría funcionar, y le negaron el dinero. Las comunicaciones inalámbricas deberían esperar otros 30 años, hasta los inventos de Marconi.

Referencias adicionales pueden encontrarse en [6],[7],[8]. Una trascripción de las notas de Loomies puede encontrarse en [9].

1866 Mientras Loomies remontaba sus cometas, un grupo de aventureros, científicos e inversionistas logran tender el primer cable telegráfico transatlántico. El 28 de julio de 1866, luego de 12 años de frustrados intentos, y con una inversión total de 12 millones de dólares (una verdadera fortuna para la época), Cyrus Field y su grupo logran poner en funcionamiento el primer telégrafo entre América y Europa [10]. Utilizaron el *Great Eastern*, el barco más grande de la época y cinco veces más grande que cualquier otro barco entonces a flote. A bordo de este barco, y de otros anteriores que terminaron en fracasos, viajaron personajes conocidos, como el doctor William Thomson, inventor del galvanómetro marino (instrumento decisivo en el éxito del tendido del cable), y el propio Samuel Morse.


William Thomson

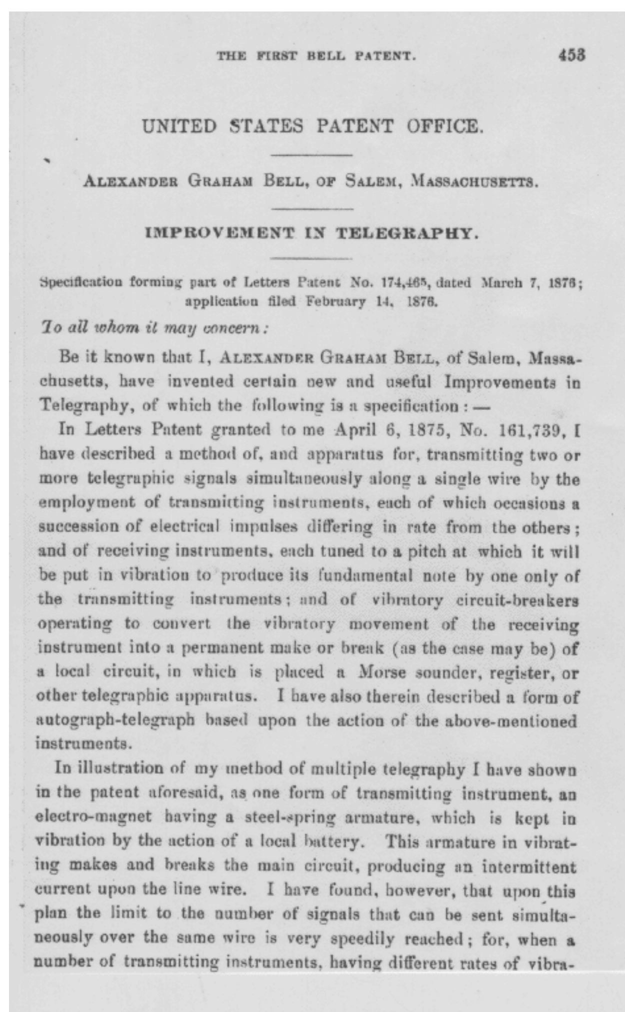
1875 Bell Contrata a Thomas A. Watson, quien sería su asistente de experimentos durante largos años. Por esta época, Bell ya tenía en mente la idea de transmitir voz sobre los cables telegráficos. En marzo de 1875, Bell conoció a Joseph Henry, quien en ese momento era Secretario del Instituto Smitsoniano en Washington D.C. Bell comentó con Henry sus ideas acerca del "telégrafo musical" y de la transmisión de voz sobre los cables telegráficos. Henry desestimó la idea del "telégrafo musical", e instó a Bell a dedicarse a la transmisión de voz, asegurándole que esto era *"la semilla de un gran invento"*. Bell abandonó la idea del "telégrafo musical" y se dedicó completamente a la invención del "Teléfono".


Thomas A. Watson

En la primavera de 1875, luego de varios experimentos, Bell le comentaría a Watson: *"Si pudiera diseñar un mecanismo que hiciera variar la intensidad de una corriente eléctrica de la misma manera que el aire cambia de densidad con los sonidos, podría telegrafiar cualquier tipo de sonido, incluso la voz"*.

El 2 de junio de 1875, durante uno de los experimentos y en forma "accidental", Bell escuchó un sonido al otro lado del telégrafo en el que Watson estaba haciendo algunas pruebas. En estos experimentos, como en todos los otros, Bell y Watson utilizaban un telégrafo que trabajaba, cerrando y abriendo el bucle de corriente, de acuerdo a las vibraciones del sonido. Al inspeccionar el estado del telégrafo, se dieron cuenta que por error, uno de los contactos estaba demasiado apretado, y no llegaba a abrirse completamente, pero si a variar su resistencia. Fue la primera transmisión de un sonido a través de un cable eléctrico.

1876 Con las ideas en mente, pero aún sin tener un sistema capaz de transmitir voz, Bell presenta su solicitud de patente, el 14 de febrero de 1876. Increíblemente, esta solicitud fue presentada pocas horas antes de una solicitud similar, presentada el mismo día por Elisha Gray.



THE FIRST BELL PATENT. 453

UNITED STATES PATENT OFFICE.

ALEXANDER GRAHAM BELL, OF SALEM, MASSACHUSETTS.

IMPROVEMENT IN TELEGRAPHY.

Specification forming part of Letters Patent No. 174,465, dated March 7, 1876; application filed February 14, 1876.

To all whom it may concern:

Be it known that I, ALEXANDER GRAHAM BELL, of Salem, Massachusetts, have invented certain new and useful Improvements in Telegraphy, of which the following is a specification: —

In Letters Patent granted to me April 6, 1875, No. 161,739, I have described a method of, and apparatus for, transmitting two or more telegraphic signals simultaneously along a single wire by the employment of transmitting instruments, each of which occasions a succession of electrical impulses differing in rate from the others; and of receiving instruments, each tuned to a pitch at which it will be put in vibration to produce its fundamental note by one only of the transmitting instruments; and of vibratory circuit-breakers operating to convert the vibratory movement of the receiving instrument into a permanent make or break (as the case may be) of a local circuit, in which is placed a Morse sounder, register, or other telegraphic apparatus. I have also therein described a form of autograph-telegraph based upon the action of the above-mentioned instruments.

In illustration of my method of multiple telegraphy I have shown in the patent aforesaid, as one form of transmitting instrument, an electro-magnet having a steel-spring armature, which is kept in vibration by the action of a local battery. This armature in vibrating makes and breaks the main circuit, producing an intermittent current upon the line wire. I have found, however, that upon this plan the limit to the number of signals that can be sent simultaneously over the same wire is very speedily reached; for, when a number of transmitting instruments, having different rates of vibra-

La patente de Bell, Número 174.465, es conocida como la patente más exitosa jamás presentada [11] La solicitud de patente trata sobre “Mejoras en la Telegrafía”, y la idea básica es utilizar corrientes de intensidad variable sobre los cables telegráficos, en vez de abrir y cerrar el circuito, a los efectos de poder “sumar” tonos.

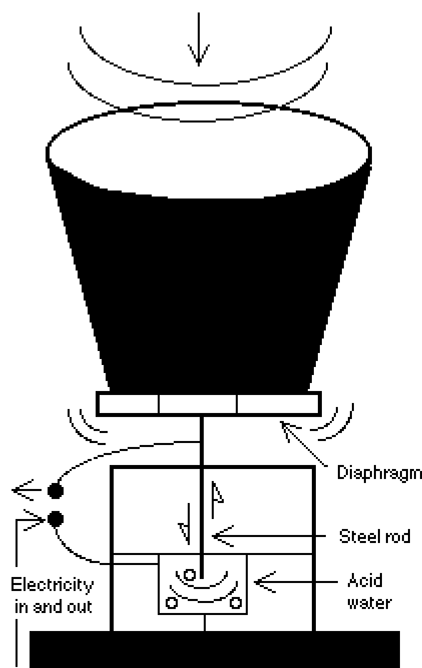
Finalmente, el 10 de marzo de 1876, una semana después que la patente de Bell fuera aceptada, Bell y Watson logran transmitir una señal de voz a través de un cable eléctrico. La primer frase de la historia transmitida por un cable eléctrico fue: *“Mr. Watson, come here, I want you!”* (*“Sr. Watson, venga aquí, lo necesito!”*) Bell aún no tenía 30 años.

La primera señal de voz transmitida por Bell y recibida por Watson se logró utilizando un transmisor líquido, algo que nunca había sido probado anteriormente por Bell, pero que “casualmente” estaba descrito en la solicitud de patente presentada, por Elisha Gray y negada por la oficina de patentes.



Elisha Gray

El “transmisor líquido” consistía en una bocina que concentraba la voz sobre una membrana, la que vibraba según la presión de aire. A esta membrana estaba sujeta una barra metálica, la que se sumergía en un recipiente con agua ácida. Un contacto eléctrico estaba sujeto a la barra y otro al fondo del recipiente que contenía el líquido conductor. La resistencia entre los dos contactos variaba al subir y bajar la barra dentro del líquido.



Estaba claro que este dispositivo no sería comercialmente viable.

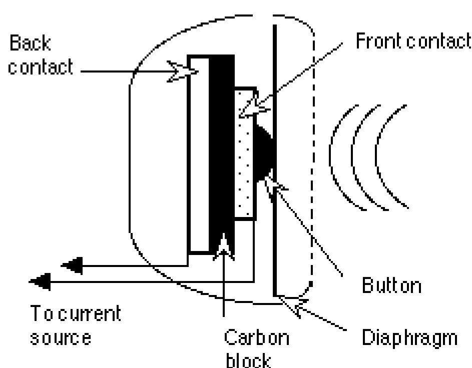
Bell diseña otro transmisor, basado en inducción electromagnética. Un imán permanente y una pieza móvil de metal interactuaban para inducir corriente en una bobina. El sistema original utilizaba el mismo transductor como “micrófono” y como “parlante”. Los primeros teléfonos de Bell no utilizaban alimentación externa, sino que utilizaban la energía electromagnética generada en el transmisor

1876 Mientras Bell trabajaba en sus nuevos teléfonos, al otro lado del Atlántico el telégrafo estaba bien difundido. En 1876, un joven herrero sueco de 30 años decide dedicarse a la reparación de telégrafos en forma independiente. Lars Magnus Ericsson, junto con su colega Carl Johan Anderson, establecen en el centro de Estocolmo una pequeña tienda de reparaciones, a la que llaman Ericsson & Co. Lars Magnus había aprendido a reparar telégrafos a los 20 años, cuando, cansado de trabajar como herrero, consigue trabajo como aprendiz en la fábrica de telégrafos de A.H. Öller. El negocio prosperó. Pocos años después, Ericsson también comenzó a

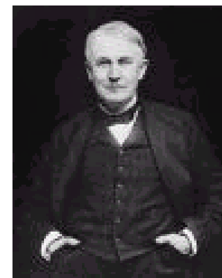

Lars Magnus Ericsson

reparar teléfonos, y al tiempo, a fabricarlos. Actualmente las compañías Ericsson tienen más de 100.000 empleados, con instalaciones en más de 140 países. [12]

1877 En abril de 1877, Thomas Edison presentó una solicitud de patente para un nuevo tipo de transmisor, que haría viable a la telefonía.
El dispositivo ideado por Edison se basa en una interesante propiedad del carbón: su resistencia eléctrica varía con la presión. La idea consistía en disponer una barra compuesta de gránulos de carbón entre dos electrodos. Uno de ellos está fijo, mientras que el otro está unido a un diafragma que se mueve según la presión de aire. De esta manera, la resistencia entre los dos electrodos varía según la presión de aire y por lo tanto la corriente varía según las señales acústicas.



La patente presentada por Edison no fue aprobada inmediatamente, ya que contenía ideas similares a otra patente presentada dos semanas antes, por Emile Berliner. El conflicto no fue resuelto hasta 1886, sin embargo, Edison decidió comenzar a fabricar teléfonos por su cuenta, con su "transmisor de carbón" sobre fines de 1877. Para competir con Edison, Bell introdujo a sus teléfonos un transmisor inventado por Francis Blake, también basado en inducción electromagnética, pero utilizando baterías externas. Esto mejoraba la calidad del sonido respecto a los primeros teléfonos de Bell, pero aún así eran de calidad inferior a los de Edison.


Thomas Edison

Estaba claro que la mejor solución consistía en utilizar el transmisor de Edison (micrófono de carbón) y el receptor de Bell (parlante electromagnético).

El 9 de julio de 1877, Bell, junto con Sanders y Hubbard, fundan la primer compañía de teléfonos ("Bell telephone company").

Por su lado, en setiembre de 1877, la Wester Union, la mayor compañía de telégrafos, decidió comenzar a instalar teléfonos, utilizando su ya instalada red de telégrafos. En vez de considerar la oferta de Bell, en la que le ofrecía los derechos de sus patentes por 100.000 dólares, Western Union decidió comprar otras patentes, y comenzar su propia compañía de teléfonos. Western Union firmó acuerdos con Gray y con Edison, y fundó la “American Speeking Telephone Company”.

Esto fue un golpe importante para la compañía de Bell, ya que el transmisor de Edison era muy superior al suyo y la Wester Union tenía ya 400.000 kilómetros de cables tendidos, lo que significaba que podrían ganar fácilmente el mercado. Los abogados de la compañía de Bell deciden comenzar un juicio contra la nueva compañía de Western Union, reclamando la patente original de Bell

1878 En enero de 1878, a menos de 2 años de presentada la patente de Bell, se pone en funcionamiento la primer “Central Telefónica”, con 21 “abonados”, en New Haven, Connecticut. A su vez, en febrero de 1878, Western Union pone en funcionamiento una “Central Telefónica”, en San Francisco. Junto con las primeras Centrales Telefónicas, se publican las primeras “Guías Telefónicas”, que contenía una lista de unos pocos nombres en una única página.

En este mismo año, Watson presenta una solicitud de patente por un sistema de “Campanilla”. Hasta este momento, simplemente se hablaba fuerte, o se usaba alguna “corneta”, a través del propio audio, esperando que alguien esté cerca del receptor. El sistema de “campanilla” tiene éxito inmediato.

1878 Agner Krarup Erlang nació el 1 de enero de 1878 en Lønborg (Dinamarca), hijo de un maestro de escuela. Se graduó en matemáticas en 1901. Fue miembro de la asociación danesa de matemáticas, por medio de la cual conoció a Johan Jensen, el ingeniero jefe de la Copenhagen Telephone Company (CTC), la cual era una subsidiaria de la International Bell Telephone Company. Erlang trabajó por casi 20 años para CTC, desde 1908 hasta su muerte en Copenhague en 1928. Sus aportes más importantes estuvieron relacionados con el estudio de tráfico telefónico. La actual unidad de tráfico telefónico lleva, como homenaje, su nombre (Erlang). Publicó en 1901 el artículo “La teoría de las probabilidades y las conversaciones telefónicas” [13]. Un compendio de sus trabajos fueron publicados en 1948 por la CTC [14]


A. K. Erlang
(1878–1929)

1879 El 10 de noviembre de 1879 Bell gana los litigios por los derechos de su patente frente a Western Union. Como resultado, Western Union le entrega a Bell los derechos de todas sus patentes telefónicas, así como los 56.000 teléfonos que en ese momento la Western Union tenía instalados. Bell debe entregarle a Western Union, a cambio, el 20% de sus ingresos por el arriendo de los teléfonos, por los 17 años que quedan de derechos de patente.

1881 Bell presenta una patente para “teléfonos de 2 cables”. Hasta este momento los teléfonos usaban, al igual que el telégrafo, un solo conductor. El retorno de la corriente se realizaba por la tierra. Sin embargo, a esta altura, con miles de teléfonos funcionando, quedaba claro que este sistema introducía demasiada interferencia.

1882 El 6 de marzo de 1882 comienza a funcionar en Montevideo la primer central telefónica del Uruguay, ubicada en la “calle de Las Piedras Nro 137” (edificio de la Bolsa de Comercio), e instalada por la compañía “The River Plate Telephone and Electric Light Company”. Para 1884 la compañía contaba con 674 abonados en la ciudad de Montevideo.

1885 El 28 de febrero de 1885 nace AT&T (“American Telephone and Telegraph”), para brindar servicios de telefonía interurbana a las compañías de Bell locales.

1889 Se instala el primer teléfono público, en Connecticut

1889 El 1 de noviembre de 1889 es inaugurada oficialmente la primera línea telefónica entre Montevideo y Buenos Aires. La instalación consistió en un cable sub fluvial tendido sobre el lecho del Río de la Plata, entre Colonia en Uruguay y Punta Lara en Argentina, complementando los tramos Colonia – Montevideo y Punta Lara – Buenos Aires con líneas aéreas. La foto muestra un trozo del cable original, tendido en 1866 [15]. Una buena parte de él permaneció en servicio hasta el año 1970, cuando el servicio fue abandonado. El diámetro era de aproximadamente 5 cm.
Sin embargo, la primera conexión telefónica entre Uruguay y Argentina había sido establecida en 1886, entre Salto y Concordia, mediante el tendido “no oficial” de un cable aéreo sobre el Río Uruguay.

1892 Se instala la primer Central Telefónica automática en Indiana. No está del todo claro la historia respecto a esta primer central telefónica, y a la persona que la patentó, el Sr. Almon B. Strowger.

Según cuenta “la leyenda”, el Sr. Strowger tenía una empresa funeraria, la única en su ciudad. Cuando alguien de la ciudad fallecía, la familia se comunicaba con la operadora telefónica, para que los comunicaran con la funeraria. Unos años antes de 1892, se instaló otra funeraria en la ciudad, y de pronto, el Sr. Strowger dejó de ser llamado para sus servicios. Realizando algunas averiguaciones, el Sr. Strowger pudo averiguar que la operadora telefónica local estaba teniendo un romance con el dueño de la nueva funeraria. Presumiblemente, cuando alguien le solicitaba que la comunicase con la funeraria, la operadora lo comunicaba con la empresa de su prometido.


Almon B. Strowger

El Sr. Strowger quiso encontrar una solución definitiva a este problema, que le permitiera a sus clientes decidir qué empresa escogían, y no dejarlo a criterio de la operadora local. Trabajando en el tema, patentó un sistema de de conmutación automático, conocido como “sistema paso a paso”. El sistema se basaba en otros equipos y patentes, recientemente realizados, pero que nunca llegaron a funcionar correctamente.

Más allá de la veracidad de esta historia, la patente de este sistema fue presentada por el Sr. Strowger, y aceptada con el número 447.918, el 10 de marzo de 1891.

Para operar el primer sistema automático se requerían teléfonos con botones, que debían ser presionados tantas veces como el dígito que se deseaba discar. Los sistemas de “disco” fueron introducidos recién en 1896, y requería de los teléfonos de “dos hilos”, y un cable de tierra adicional. El sistema de disco conocido hasta hace pocos años, con teléfonos de 2 hilos sin necesidad de cable de tierra, fue originalmente diseñado en 1908.



Las compañías Bell no incorporaron el sistema de Strowger hasta 1919, cuando una huelga de operadoras en Boston les hizo ver que el sistema automático Paso a Paso era necesario para poder continuar en el negocio de la telefonía.

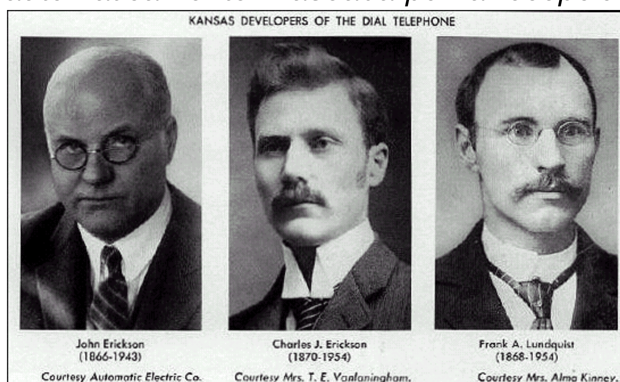
La poca visión de las compañías Bell respecto al sistema de centrales automáticas, y su tardía incorporación, dio lugar al crecimiento de varias empresas independientes, que rápidamente adoptaron los sistemas automáticos paso a paso

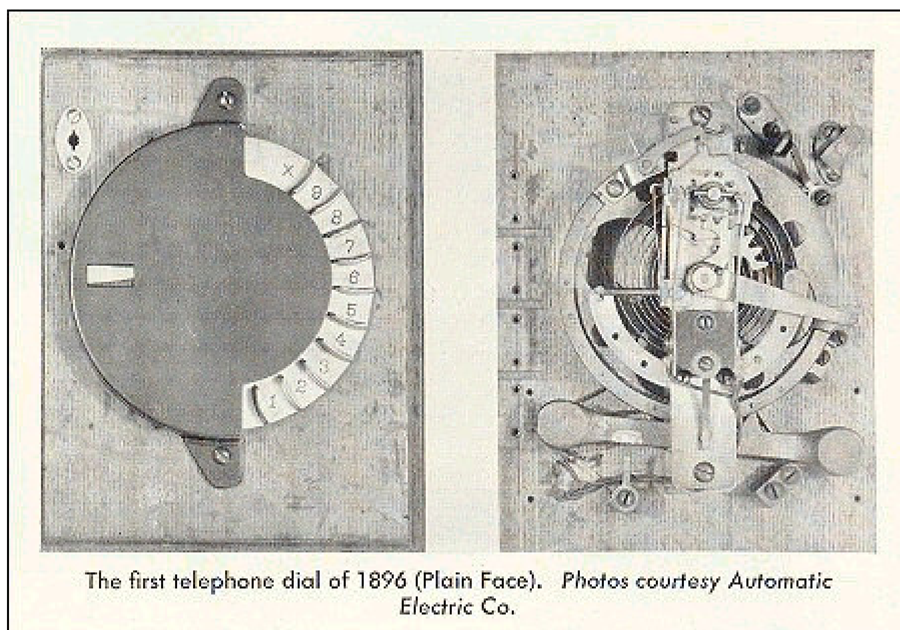
1895 Mientras la telefonía sobre cables telegráficos crecía, los intentos de realizar comunicaciones inalámbricas comenzaban. Treinta años luego de las cometas de Loomis, Guglielmo Marconi logra realizar la primer transmisión telegráfica inalámbrica utilizando ondas de radio. Pocos años antes (entre 1886 y 1888), Heinrich Rudolph Hertz, había demostrado que las predicciones de James Clerk Maxwell de 1860 acerca de las radiaciones electromagnéticas, realmente funcionaban en la práctica. Marconi realizó sus primeros experimentos en Italia, pero debido al poco apoyo recibido, llevó sus demostraciones a Inglaterra, dónde fueron ampliamente aceptadas. En 1897 fundó la "Marconi's Wireless Telegraph Company, Ltd". En 1899 estableció la primer comunicación telegráfica inalámbrica entre Francia e Inglaterra, a través del Canal de la Mancha.



Guglielmo Marconi
1874 - 1937

1896 Los hermanos John y Charles Erickson, junto con Frank Lundquist, diseñan el primer sistema de "disco". La idea original surgió durante la estadía de Lundquist en un hotel de Salina, en la que quedó sorprendido por la operación de una pequeña central telefónica. Según los propios comentarios de Lundquist: *"Se me ocurrió la idea de que algún día todas esas conexiones se realizarían automáticamente. Paseaba por la recepción del hotel, y examinaba la central telefónica, teniendo estas ideas en mi cabeza. Luego, regresé a casa y comencé a trabajar en esta idea"* [16]. Lundquist y los hermanos Erickson habían trabajado juntos en varios inventos (entre los que se encontraban el diseño de máquinas de "movimiento perpetuo" y motores a explosión), aunque la mayoría de éstos no fueron viables. Sin embargo, vieron en el teléfono de disco, una posibilidad real de un invento rentable.





Almon Strowger, por esta época ya dueño de la “Strowger Automatic Telephone Exchange Company”, visitó a los hermanos Erickson, y quedó impresionado por el diseño de sus teléfonos. Les propuso que se unieran a su compañía. Los hermanos Erikson recibieron la patente 597.062 por su teléfono de disco el 11 de enero de 1898. Puede encontrarse más información acerca de los hermanos Erikson y Frank Lundquist en [17]

1900 La transmisión telefónica en grandes distancias tenía problemas de atenuación. Los largos tendidos de cables presentaban características capacitivas, lo que limitaba la distancia máxima a la que se podían transmitir conversaciones telefónicas. En 1900, el profesor Michael I. Pupin patenta un sistema de bobinas, las que colocadas en serie con las líneas telefónicas, mejoran las distancias a las que se podían colocar los teléfonos en 3 o 4 veces. Las “bobinas de Pupin” se colocaban aproximadamente cada 1 km de cable, y debían estar muy bien calculadas para que mejoraran la atenuación total.


Michael I. Pupin
1858 - 1935

Actualmente estas bobinas han resultado muy perjudiciales para la transmisión de datos sobre las líneas telefónicas, siendo uno de los principales problemas en la limitación del ancho de banda, y por lo tanto están siendo retiradas de las plantas externas.

1901 Por su lado, la telegrafía inalámbrica de Marconi se estaba expandiendo. En 1901, Marconi establece el primer enlace inalámbrico a través del Océano Atlántico. Desde Poldhu, en Inglaterra, el profesor John Ambrose Fleming realizó la primer transmisión, que fue recibida por Marconi en St. Johns, Newfoundland. La primer transmisión consistió únicamente en la letra “S”, correspondiente a tres puntos (escuchados como “clics”) en el

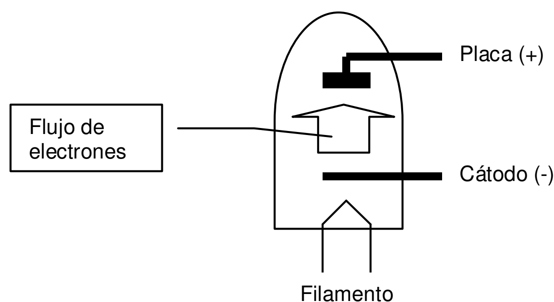
código Morse. Por aquella época aún no se disponían de amplificadores, por lo que la señal recibida era sumamente débil, y posiblemente era fácil de confundir con interferencias debido a tormentas o problemas atmosféricos.

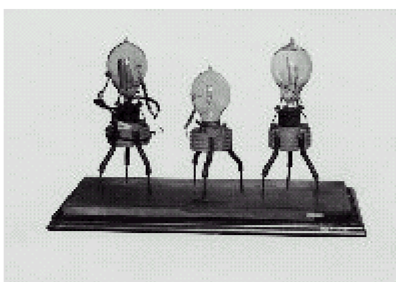
1904 John Ambrose Fleming, el mismo que trabajaba con Marconi en la transmisión telegráfica inalámbrica, inventa un "rectificador electrónico de dos electrodos" (o "diodo" de vacío). Fleming entendía que el principal problema en la radiotelegrafía consistía en la recepción de las señales. Con su invento, era posible "detectar" las señales radiotelegráficas de manera confiable. Puede decirse que este invento marca el nacimiento de la electrónica.


Ambrose Fleming
1849 - 1945

El dispositivo consistía en un tubo al vacío, con dos elementos, llamados "cátodo" y "ánodo" (o "placa"). En la primer implementación de este elemento, el cátodo consistía en un filamento que se calentaba por pasaje de corriente. En implementaciones posteriores, el cátodo era calentado mediante un filamento incandescente. Al calentarse, el cátodo emite electrones. Si se aplica una diferencia de potencial adecuada entre cátodo y placa, los electrones liberados en el cátodo son atraídos por la placa, viajando libremente dentro del tubo vacío. De esta manera, se produce una corriente entre cátodo y placa. La corriente en sentido inverso no puede circular.

Una biografía de Fleming puede leerse en [18]

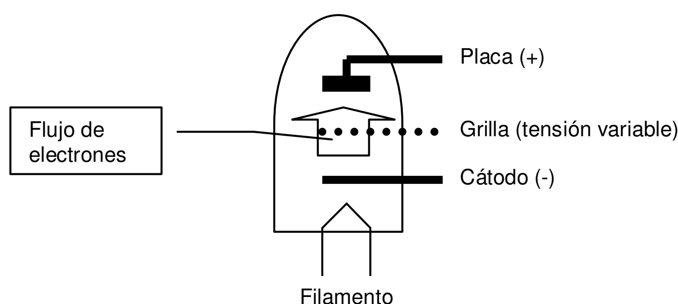



Primeras Valvulas de Fleming

1906 Lee De Forest mejora el “diodo” de Fleming, inventando el “tubo electrónico de 3 elementos”, o “triodo”. Este dispositivo fue el primer amplificador eléctrico.



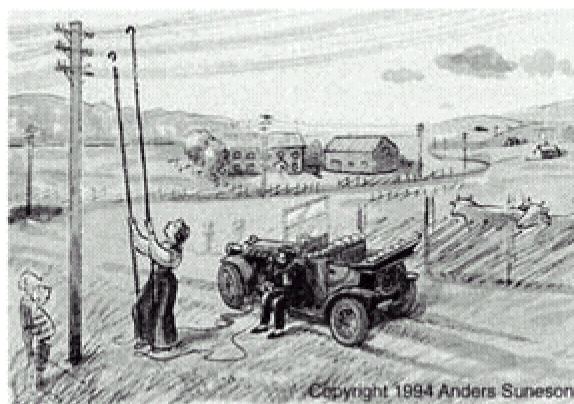
El dispositivo agrega al “diodo” de Fleming una “grilla” (una especie de malla metálica), entre el cátodo y placa. Los electrones pueden pasar entre los huecos de esta malla, desde el cátodo hasta la placa. Sin embargo, al aplicar un potencial adecuado entre el cátodo y la grilla, se lograr que la grilla repela cierta cantidad de electrones, disminuyendo por lo tanto la corriente entre cátodo y placa. Por lo tanto, variando el potencial entre cátodo y grilla se regula la corriente entre cátodo y placa.



Lee De Forest patentó su “audión” (tal como era llamado el triodo), pero Fleming interpuso un recurso, aduciendo que la idea original se basaba en su ya patentado “diodo”. Finalmente Fleming perdió el juicio, aunque muchos científicos de la época pensaron que los créditos eran realmente de Fleming.

El invento del triodo permitió amplificar las señales telefónicas, y por lo tanto habilitó la telefonía entre ciudades lejanas. Hasta este momento, el alcance telefónico estaba limitado por la propia atenuación producida por la resistencia de los cables telefónicos. Aún con las bobinas de Pupin, no se lograban comunicaciones telefónicas de largo alcance.
También este invento permitió la amplificación de las señales de radiofrecuencia, utilizadas por Marconi.

1910 El primer teléfono instalado en un automóvil data de 1910. La historia es interesante. Lars Magnus Ericsson (el fundador de la compañía Ericsson en 1876) y su esposa Hilda, se mudaron a una zona rural de Suecia en 1901. Cuando Ericsson le compró un automóvil a su esposa (toda una novedad en aquella época), Hilda quiso utilizarlo para recorrer la campaña. Preocupado por lo que pudiera pasar en su recorrido con el nuevo vehículo, Lars Ericsson le dio a Hilda un teléfono, y dos largas varas, ¡las que debía utilizar para conectarse a las líneas telefónicas existentes! Debía buscar algún par libre, y enviar señal de campanilla a la operadora más cercana, para que le comunicara con su esposo.



1915 El 25 de enero de 1915 se inaugura la línea telefónica más larga hasta ese momento: Las ciudades de Nueva York y San Francisco quedaron conectadas con un par telefónico. Se utilizaron tubos de vacío como repetidores a lo largo del tramo, y un gran número de bobinas de Pupin. Graham Bell, a sus 68 años de edad, realizó la llamada inaugural desde Nueva York. En San Francisco, lo atendió Thomas Watson, quien escuchó nuevamente la famosa frase: *"Mr. Watson, come here, I want you!"* (*"Sr. Watson, venga aquí, lo necesito!"*). Lee De Forest, el inventor del triodo que permitió esta comunicación, no fue invitado a los festejos.

1927 Comienza el servicio internacional entre Estados Unidos y Gran Bretaña, a través de un sistema radio telefónico.

1928 El departamento de policía de Detroit instala el primer sistema de radio comunicación unidireccional, montando receptores de radio en sus móviles Ford T patrulleros [19]. El sistema permitía al departamento enviar mensajes directamente a sus patrulleros, los que para contestar debían hacerlo desde el teléfono fijo más cercano. En 1928, dos Ford T fueron equipados con este sistema, mejorando sensiblemente su tiempo de respuesta ante llamadas policíacas. Para 1930, Detroit contaba con 75 patrulleros equipados con equipos de radio.

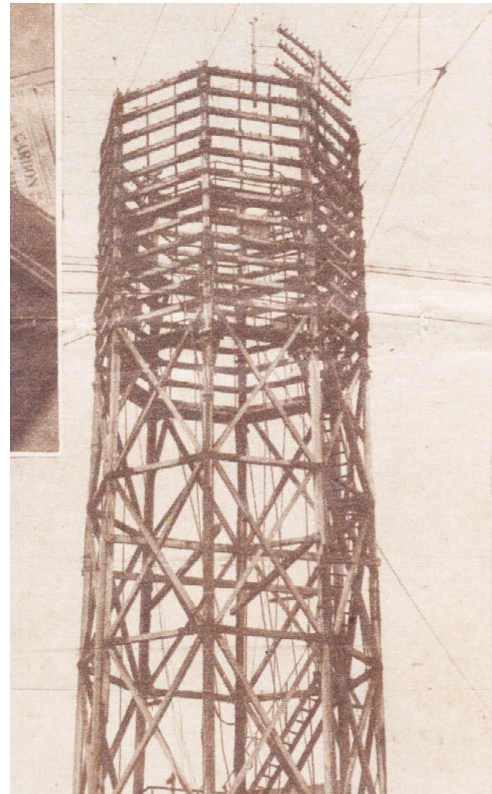


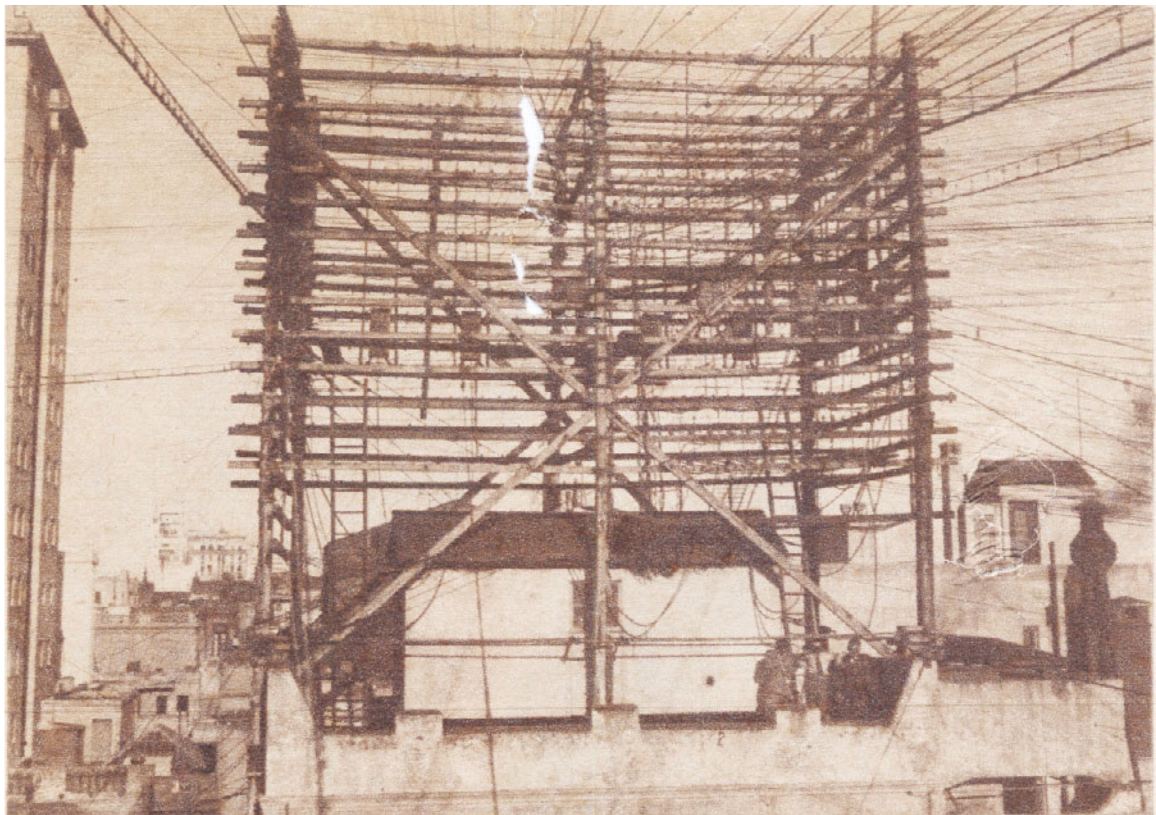
1933 Se instalan las primeras centrales telefónicas públicas automáticas en Uruguay. En el diario "El Día", del 26 de febrero de 1933 [20] se lee, junto con varias fotos en huecograbado:

"Lo que se va: Maraña de hilos de alambre, que al menor soplo de viento se enredan, haciendo más inútil todavía el destino supuesto de establecer comunicaciones; altos palos amenazantes de desplomarse, que afean

además el panorama de la ciudad; tortura de timbres y confusiones en el diablado aparato que traidoramente llama donde no se le requirió; riesgo y fealdad. Inutilidad…"

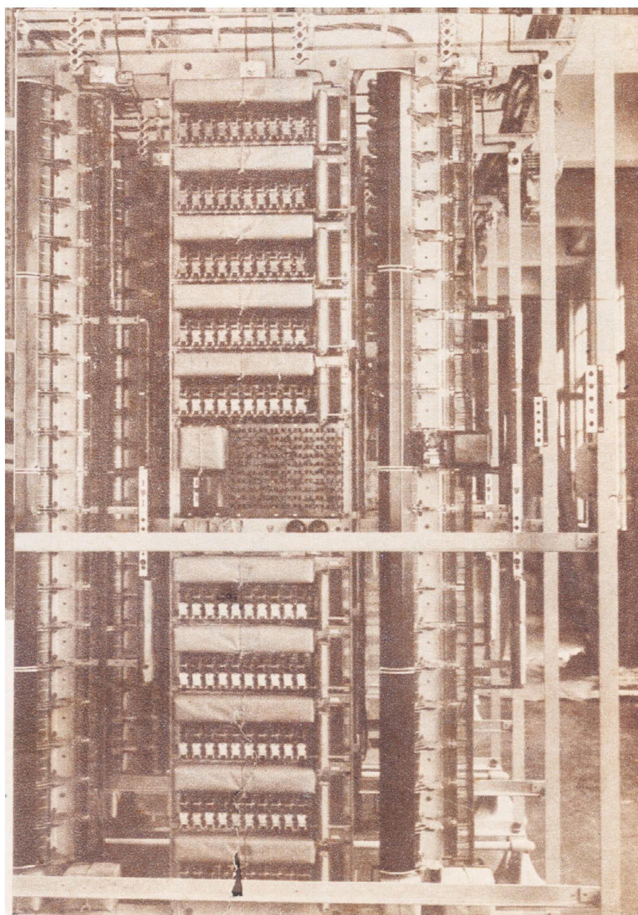






"Lo que viene: Sencillez automática en las comunicaciones telefónicas; eliminación de intermediarios que hacen confusos los pedidos, y los interrumpen a destiempo; comunicación directa; sobriedad, práctica. Progreso…"





1934 El 19 de junio de 1934, mediante una resolución del Congreso de Estados Unidos, es creada la FCC (Federal Communications Comisión) [21]. La FCC sustituyó a la "FRC (Federal Radio Comisión)", creada anteriormente en 1927, con el fin de regular el creciente caos existente en las bandas de frecuencias, cada vez con más servicios inalámbricos. La FCC sería la encargada de regular los negocios de comunicaciones, tanto "alámbricos" como inalámbricos, incluyendo la regulación y asignación de frecuencias del espectro radioeléctrico.

1937 Alec Reeves, un brillante ingeniero que trabajaba en Francia para la "International Western Electric Company", desarrolla una idea que sería revolucionaria en el futuro de las telecomunicaciones: la "Modulación por Pulsos Codificados", o "PCM (Pulse Code Modulation)". Desde el primer teléfono de Bell, la telefonía era completamente analógica. El audio era transmitido de un punto a otro mediante la variación de una corriente continua. Las señales podían amplificarse con las válvulas o tubos de vacío inventados por Fleming y De Forest, pero el ruido introducido también era amplificado. Por



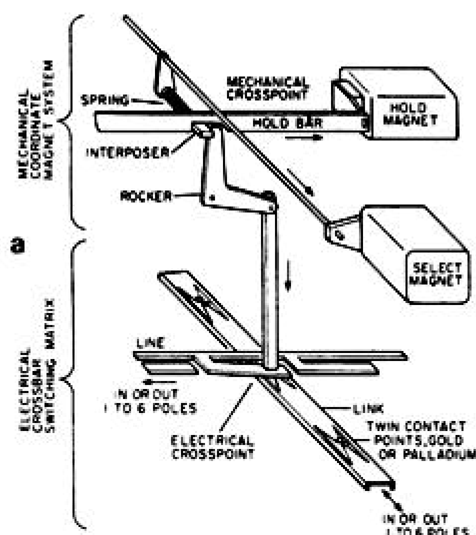
Alec Reeves
1902 - 1971

otro lado, las señales telefónicas analógicas podían ser fácilmente interceptadas y escuchadas. Alec Reeves desarrolló el primer sistema de audio digital, con fines militares. La segunda guerra mundial estaba por comenzar, y era necesario disponer de sistemas de transmisión telefónicas más seguros. Si bien la idea fue patentada por Reeves, su popularización debió esperar por varias décadas al desarrollo de nuevas tecnologías, (más específicamente, a la invención del transistor). La tecnología de PCM se popularizó sobre fines de la década de 1960, momento para el cual ya no eran reclamables derechos por la patente.
Alec Reeves no sólo es reconocido como el inventor del PCM, sino también como precursor del RADAR, brindando invalorables aportes a los Aliados en la Segunda Guerra Mundial. Reeves también tenía su lado “poco convencional”. Estuvo muy interesado en fenómenos paranormales, como la telepatía y la comunicación con personas difuntas. Durante su vida llevó a cabo varios experimentos en este sentido, e incluso creía que él mismo estaba siendo guiado por Michael Faraday, quien había muerto en 1867.
Material adicional acerca de Alec Reeves puede encontrarse en [22],[23],[24].

1938 Comienza a funcionar la primer central automática del tipo “Crossbar” en Brooklyn y en Manhattan. La historia de las centrales Crossbar se remontan a 1913, cuando J N Reynolds, trabajando para las compañías Bell, patenta un sistema de conmutación automática basada en una “matriz”, similar a la utilizada por las centrales manuales, pero con la posibilidad de realizar las conexiones en forma automática. Sin embargo, al momento de la patente, la implementación práctica de este sistema no es posible. Unos años más tarde, el ingeniero Gotthilf Ansgarius Betulander, junto con el ingeniero Palmgren (trabajando para Telverket, en Suecia), realizan un diseño que puede ser fabricado en serie. La primer central importante del tipo Crossbar fue instalada en Sundsvall, Suecia, en 1926, dando servicio a 3.500 abonados, y rápidamente creció en popularidad en Europa. Las compañías Bell, tardaron algunos años más en implementar la tecnología Crossbar. En 1938 instalan sus primeras centrales, las “Crossbar #1”. Por su parte, L M Ericsson comienza a fabricar centrales Crossbar en 1940.


Gotthief Betulander

Las centrales Crossbar utilizaban un sistema de barras horizontales y verticales, las que mediante pequeños movimientos, pueden hacer contactos entre sí. Esto forma una especie de “matriz”, donde es posible poner en contacto cualquier fila con cualquier columna. Si bien parecería que el diseño requiere un crecimiento proporcional al cuadrado de líneas a conectar, el sistema se puede implementar en “etapas”, conteniendo cada una de ellas un número reducido de filas y columnas. Esta implementación permite el crecimiento de hasta miles de abonados.



Esquema de funcionamiento de Crossbar

El diseño Crossbar (Crossbar #5) sería uno de los más exitosos en centrales públicas, llegando a tener decenas de millones de abonados en la década de 1970.
Una presentación acerca de la historia de Crossbar puede verse en [25]
En una entrevista realizada en 1973 a Arthur C. Keller, quien había trabajado para la "Bell Telephone Laboratories", se hace mención a la visita que realizó la Bell a Suecia en la década de 1930, para ver sus sistemas Crossbar, y se puede apreciar la rivalidad entre las compañías, existente ya desde esa época [26].

1938 También en 1938, la Bell introduce una innovación que perdura hasta en los más modernos teléfonos: El "cable de rulo" para el microteléfono. El nuevo tipo de cable es inmediatamente aceptado y popularizado.


Alan Turing

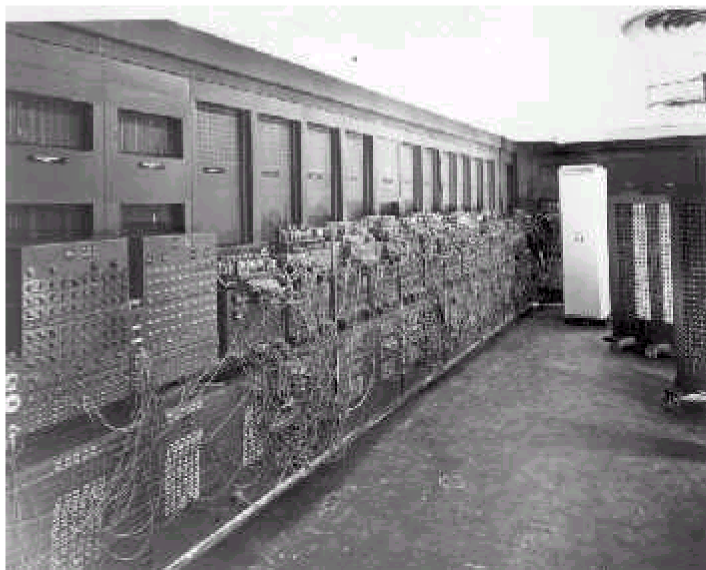
1943 Con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, los ejércitos Británicos y Estadounidenses dieron un empuje considerable al desarrollo de las primeras computadoras. En 1939 el gobierno británico reclutó en Bletchley Park (cerca de Londres) a varios científicos, con el fin de descifrar los mensajes encriptados alemanes. Entre ellos estaba Alan Turing, quien, además de realizar importantes aportes teóricos, trabajó en el diseño de la máquina "Colossus", considerada actualmente como una de las primeras computadoras electrónicas. Sin embargo, Colossus distaba de ser una computadora tal como las conocemos actualmente. En primer lugar, no disponía de almacenamiento interno de programas. Para "programarla", era necesario cambiar físicamente conectores y cableado. En segundo lugar, no era una máquina de propósitos generales, sino que estaba diseñada

específicamente para funciones criptográficas, implementadas con contadores y operaciones booleanas. La primera Colossus se puso en funcionamiento en 1943. Se basaba en la idea de universalidad de la máquina de Turing, estaba compuesta por más de 1.500 válvulas o tubos de vacío, la entrada de datos era por medio de tarjetas perforadas y los resultados se almacenaban en relés temporalmente hasta que se les daba salida a través de una máquina de escribir. Era totalmente automática, medía 2.25 metros de alto, 3 metros de largo y 1.20 metros de ancho.

1946 Por su parte, en Estados Unidos, John P. Eckert y John W. Mauchly construyeron durante los años 1943 a 1946, en la Universidad de Pennsylvania, uno de los primer computadores electrónicos, al que llamaron ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) [27]. ENIAC estaba compuesto de 17.468 válvulas o tubos de vidrio al vacío (más resistencias, condensadores, etc.), con 32 toneladas de peso, y ocupaba un espacio de 2,40 metros de ancho por 30 metros de largo. El calor de las válvulas elevaba la temperatura del local hasta los 50 ºC. Para efectuar diferentes operaciones ("programaciones"), debían cambiarse las conexiones (cables) como en las viejas centrales telefónicas, lo cual era un trabajo que podía tomar varios días.

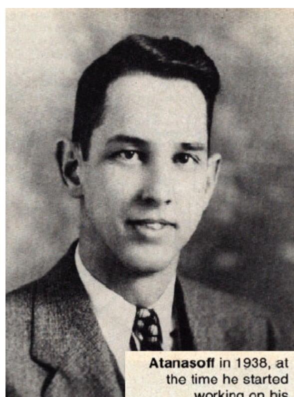

John W. Mauchly & J. Presper Eckert (1966)

El proyecto había sido patrocinado por el Ejército de los Estados Unidos, durante la Segunda Guerra Mundial, con el objeto de calcular con gran velocidad la trayectorias de proyectiles. El proyecto culminó luego del fin de la Segunda Guerra.
ENIAC podía calcular la potencia 5000 de un número de 5 cifras en 1,5 segundos. Podía resolver 5,000 sumas y 360 multiplicaciones por segundo, pero su programación era terriblemente tediosa y debían cambiarse las válvulas continuamente. En las últimas fases de su diseño y construcción actuó como consultor John Von Neumann.



ENIAC

Las ideas utilizadas en la construcción de ENIAC no fueron del todo originales. En 1937, John Vincent Atanasoff, físico teórico de la Universidad de Iowa, pasaba varias horas de su día aplicando manualmente métodos numéricos para resolver la ecuación de Shrödinger, que derivaba en sistemas de ecuaciones lineales [28]. Durante mucho tiempo Atanasoff había meditado acerca de métodos automáticos para la resolución de éste tipo de problemas. Finalmente, en una fría noche del invierno de 1937, Atanasoff inventa los fundamentos básicos de los futuros computadores: utilizar el sistema binario para representar números, utilizar los dispositivos electrónicos conocidos en ese momento (válvulas) para implementar las operaciones lógicas y utilizar "memorias binaras regenerativas".



Atanasoff in 1938, at the time he started working on his computer at Iowa State University.

Con estas ideas en mente, y junto con su asistente Clifford E. Berry, Atanasoff diseña su "Atanasoff–Berry Computer", conocida como "ABC". Para 1942, la ABC se encontraba en funcionamiento, y podía resolver sistemas de hasta 30 ecuaciones lineales con sus 30 incógnitas.

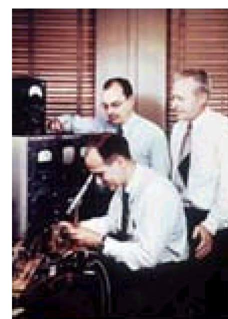
A fines de 1940, John Mauchly (el futuro diseñador de ENIAC) conoció a Atanasoff. Su interés común en computadores, llevaron a que Mauchly y Atanasoff mantuvieran fluida correspondencia, e incluso Mauchly fue invitado a pasar unos días en la propia casa de Atanasoff, en junio de 1941. Durante su visita, Atanasoff mostró a Mauchly su computadora ABC, y le transmitió sus principios básicos de funcionamiento, así como las ideas claves.

En 1942, las "prioridades" de la Segunda Guerra Mundial, llevaron a que Atansoff y Berry abandonaran el proyecto ABC. Lamentablemente, no llegaron a patentar sus ideas.

Cuando Mauchly comenzó el proyecto ENIAC en 1943, tenía muy presente el trabajo de Atanasoff, y sus ideas claves, las que fueron tomadas como base para su propio proyecto. Mauchly y Eckert presentaron una solicitud de patente, basados en su proyecto ENIAC, en 1947. La solicitud contenía varios aspectos de las ideas relevantes en computadores electrónicos. La patente les fue otorgado en 1964, y fue vendida a Sperry Rand. Cuando Honeywell Inc. comienza a utilizar tecnología similar y decide no pagar por los derechos a Sperry Rand, este último comienza un litigio. Los abogados de Honeywell estudian el tema, y descubren los trabajos de Atanasoff, a quien consultan en 1967. Atanasoff estudia la patente, y descubre que en realidad está basada sobre sus propias ideas, transmitidas a Mauchly durante la visita a su casa en 1941. Esto da pie a que los abogados de Honywell Inc argumenten que la patente entregada originalmente a Mauchly y Eckert y luego vendida a Sperry Rand, es inválida, ya que las ideas originales eran de Atanasoff. Finalmente, en 1973 el Juez Larson, de Minnesota, declara inválida la patente entregada a Mauchly y Eckert, y atribuye las ideas a Atanasoff: *"...Eckert and Mauchly did not themselves first invent the automatic electronic digital computer, but instead derived that subject matter from one Dr. John Vincent Atanasoff…"* [29]

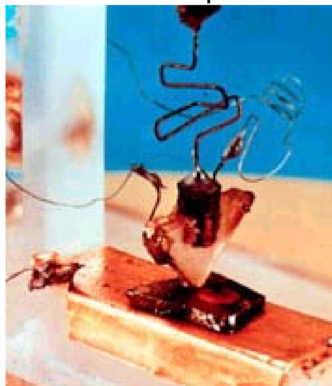
1946 El 17 de junio de 1946, en St. Louis, Missouri, AT&T presenta al mercado el primer sistema comercial de telefonía móvil vehicular para el público. El sistema funcionaba en la frecuencia de 150 MHz, utilizando 6 canales espaciados 60 kHz.

1948 Los científicos William Shockley, John Bardeen, y Walter Brattain, trabajando para los laboratorios Bell, buscaban un reemplazo para las válvulas de vacío. El primero de julio de 1948 el primer transistor en la historia de la Humanidad es dado a conocer. El nombre "transistor" fue dado por sus inventores, como abreviación de "transit resistor". Muchos califican a ésta como la invención más importante del siglo XX. Basta dar una mirada a lo que tenemos alrededor, para darnos cuenta lo acertado de ésta afirmación. El primer transistor utilizaba la tecnología conocida como "punto de contacto", y se basaba en las propiedades semiconductoras del germanio. Poco más tarde, Shockley creó el "transistor de unión". En setiembre de 1951 los laboratorios Bell patentaron la tecnología de fabricación de ambos tipos de transistores, y la vendieron [30]. La tecnología fue comprada por RCA, Raytheon, General Electric, Texas Instruments y Transitron. Los primeros transistores fabricados en serie fueron de



William Shockley
1910 to 1989
John Bardeen
1908 to 1991
Walter Brattain
1902 to 1987

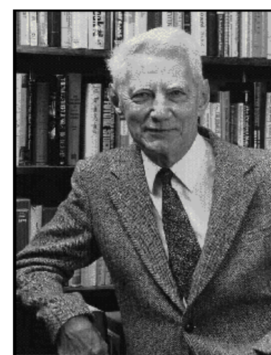
germanio, usando la tecnología de “punta de contacto”. En 1955 se fabricaron los primeros transistores de silicio.


Primer transistor

En 1956 Shockley, Bardeen, y Brattain obtuvieron el Premio Nobel de Física “por sus investigaciones en semiconductores y su descubrimiento del efecto del transistor” [31]. En 1972 John Bardeen recibió otro Premio Nobel de Física “por su desarrollo conjunto de la teoría de la superconductividad, usualmente llamada Teoría BCS” [32].

El primer transistor fabricado en gran escala fue el CK722, de Raytheon, en 1953 [33].

1948 Claude E. Shannon pasó quince años de su vida en los laboratorios Bell, en una asociación muy fructífera con muchos matemáticos y científicos de primera línea como Harry Nyquist, Brattain, Bardeen y Shockley, entre otros. Durante este período Shannon trabajó en muchas áreas, siendo lo mas notable lo referente a la teoría de información. En Julio de 1948, un desarrollo publicado bajo el nombre de "Una Teoría Matemática de la Comunicación" [34], sentaría las bases teóricas que permiten calcular la capacidad de información que se puede transmitir por un canal. El contenido de su artículo es conocido habitualmente como “Teorema de Shannon” o “Teorema de la información”.


Claude E. Shannon

1951 El transistor acababa de ser inventado, pero aún no era producido en serie, por lo que Eckert y Mauchly continuaron el desarrollo de sus computadores con tecnología de válvulas. En marzo de 1951, 5 años luego del proyecto ENIAC, se realizan las pruebas formales de aceptación de un nuevo computador, al que llamaron UNIVAC (“Universal Automatic Computer”). UNIVAC fue la primer computadora fabricada y vendida “en serie”. En total, se fabricaron 46 UNIVAC I, entre 1951 y 1957. Las primeras fueron compradas por agencias del Gobierno y el Ejército de Estados Unidos, pero varias fueron instaladas en empresas privadas (General Electric, compañías de seguros, etc.) y Universidades. El primer éxito público de UNIVAC se dio durante las elecciones presidenciales estadounidenses de 1952. La cadena radial y televisiva CBS utilizó a UNIVAC (la número de serie 5) para predecir el resultado de las elecciones. Los reporteros de la CBS recolectaban datos en diferentes puntos de votación, y los transmitían telefónicamente a Filadelfia, dónde se encontraba UNIVAC. Tres operarios ingresaban los datos mediante los “UNITYPER” que disponía UNIVAC. Eran ingresados por triplicado, y UNIVAC corregía los posibles errores de typeo. El programa de UNIVAC predijo correctamente la victoria de Eisenhower, el que fue dado a conocer por la CBS [35]. Tres años después,

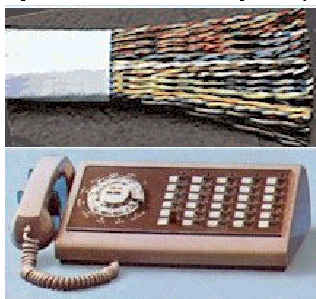
Isaac Asimov publica el cuento “Sufragio Universal” (“Franchise”), en la que aparece por primera vez “MULTIVAC” (clara referencia a UNIVAC). En el cuento de Asimov, MULTIVAC decide quien será el próximo presidente de los Estados Unidos ¡tomando en cuenta únicamente un voto! En este cuento, MULTIVAC elige muy meticulosamente al votante “promedio”. Según Asimov, MULTIVAC *“....tenía más de un kilómetro de longitud y tres pisos de altura, y cincuenta técnicos recorrían continuamente los pasillos de la estructura. Era una de las maravillas del mundo*” [36]. UNIVAC medía 4,2 metros de largo, 2,4 metros de ancho y 2,5 metros de altura. Utilizaba 5.200 válvulas o tubos de vacío y consumía 125 kilowatt de potencia.

1956 El 26 de setiembre de 1956 fue oficialmente inaugurado el primer cable trasatlántico para el transporte de conversaciones telefónicas. Desde 1927, existía un servicio radio telefónico entre Estados Unidos y Gran Bretaña. Sin embargo, este servicio era de mala calidad, dependía de factores atmosféricos y era de baja capacidad. El primer cable telefónico trasatlántico, TAT–1, consistía en dos cables coaxiales con aislamiento de polietileno, separados aproximadamente 30 kilómetros. Cada uno de ellos podía transportar hasta 36 conversaciones en una dirección, lo que permitía 36 conversaciones bidireccionales simultáneas, de las cuales 30 prestaban servicio entre Gran Bretaña y Estados Unidos y 6 entre Gran Bretaña y Canadá. Fue necesario utilizar 51 estaciones repetidores sumergidas en el fondo del océano, con tecnología de válvulas o tubos de vacío. El primer día en servicio, el nuevo cable comunicó a 588 llamadas entre Londres y EEUU y 119 entre Londres y Canadá, un 85% más que el promedio diario de los servicios radiotelefónicos existentes [37].



TAT - 1

1958 Las necesidades de telecomunicaciones de las empresas crecían junto con el desarrollo de las telecomunicaciones públicas. Los sistemas del tipo “key system” eran ya populares. Estos sistemas electromecánicos, que comenzaron a difundirse en la década de 1920, consistían en conectar varias líneas urbanas a distintos botones o teclas de un mismo teléfono. Cada teléfono era conectado con varios cables (por lo menos un por cada línea telefónica, pero se requerían otros varios para controles, encendido de luces, etc.) hasta una caja central, dónde se realizaban todas las conexiones y empalmes necesarios. En 1958, las Compañías Bell lanzaron al mercado el “Call Director”, un sistema “key system” ¡que requería 150 pares para sus consolas!



1959 Mientras la mayor parte de las aplicaciones continuaban utilizando tecnologías de válvulas o tubos de vacío, la electrónica de semiconductores continuaba su desarrollo. En 1959, dos ingenieros independientes y trabajando para empresas diferentes, desarrollaron los primeros circuitos integrados de la historia. Jack St. Clair Kilby [38], trabajando para Texas Instruments, desarrolló el primer circuito integrado de germanio. Por su parte, Robert N. Noyce [39], trabajando para Fairchild Semiconductor, desarrolló el primer circuito integrado de silicio.


Robert N. Noyce


Jack S. Kilby

Kilby continuó trabajando para Texas Instruments, logrando varias patentes (además de las correspondientes a los circuitos integrados). Entre sus invenciones se destaca el desarrollo de la primer calculadora de bolsillo. Kilby recibió el Premio Nobel de Física en 2000, “por trabajos básicos en tecnologías de la información y la comunicación”, y “por su parte en la invención del circuito integrado” [40].

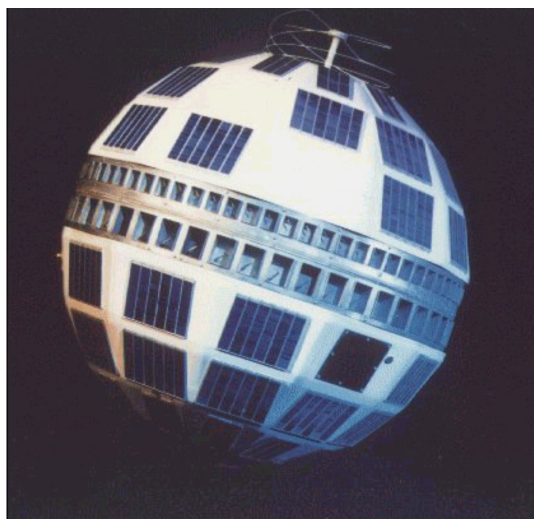
En 1959 Noyce fue Gerente General de Fairchild Semiconductor. En 1968 decidió crear su propia compañía, y con algunos colegas fundó INTEL. Recibió la Medalla de Honor de IEEE en 1978, “por sus contribuciones a los circuitos integrados de silicio”.

1962 Mientras las posibilidades de comunicación a través del atlántico se ampliaban con el tendido de cables sobre el lecho del océano, también lo estaban haciendo a través del espacio. En 1958, Rusia logró poner en órbita el primer satélite artificial en la historia de la humanidad, el Sputnik 1. El Sputnik llevaba a bordo un radiofaro el cual emitía una señal en las frecuencias de 20 y 40 MHz, la que podía ser recibida por simples receptores en tierra.

Estados Unidos no se quedaría atrás. La primera voz humana retransmitida desde el espacio fue la del presidente norteamericano Dwight D. Eisenhower, cuando en 1958 en el contexto del proyecto SCORE se puso en órbita un misil ICBM Atlas liberado de su cohete acelerador con un mensaje de Navidad grabado por el dirigente. La grabadora podía también almacenar mensajes para retransmitirlos más tarde, lo que dio origen a los llamados satélites de retransmisión diferida. Un Satélite posterior de este tipo fue el Courier 1B, lanzado el 4 de Octubre de 1960. Este satélite militar podía almacenar y retransmitir hasta 68.000 palabras por minuto, y empleaba células solares en lugar de los acumuladores limitados del SCORE. Poco tiempo después, Estados Unidos puso en órbita sistemas pasivos. Los Echo 1 y 2 eran


John R. Pierce

grandes globos reflectores. Los ingenieros concluyeron que era necesario un sistema de transmisión activo [41].
El primer satélite de comunicaciones verdadero, el Telstar 1, fue lanzado a una órbita terrestre baja, de 952 x 5632 km. Era también el primer satélite de financiación comercial, a cargo de AT&T. Telstar fue desarrollado en los laboratorios Bell, a cargo de John R. Pierce [42].
El Telstar 1 se lanzó el 10 de julio de 1962. Las estaciones terrestres estaban situadas en Andover, Maine (Estados Unidos), Goonhilly Downs (Reino Unido) y Pleumeur-Bodou (Francia). Salvo por dos incidentes, todo funcionó perfectamente. El primer incidente consistió en pequeños problemas en la estación terrestre, que fueron rápidamente solucionados. El segundo incidente, se debió a no haber previsto que al estándar de polarización utilizado en Gran Bretaña era diferente al utilizado en Estados Unidos. La transmisión entre Estados Unidos y Francia fue excelente desde el comienzo. El problema de polarización fue resuelto, y el 23 de julio de 1962 se emitió la primer transmisión televisiva internacional.



TELSTAR 1

1962 Hasta el momento, salvo en alguna aplicación militar o de laboratorio, todas las comunicaciones existentes eran analógicas. Las técnicas de digitalización de la voz (PCM) desarrolladas por Alec Reeves en 1937 no habían encontrado aplicación práctica, hasta 1962, año en el que es instalado el primer sistema de transmisión digital, al que llamaron “T1”. Dado que en el mismo año se había puesto en órbita el Telstar 1, la “T” indicaba “Terrestre” (aunque en varios artículos se menciona que la “T” indica “Transmisión”). El sistema, vigente y de gran difusión actual, consiste en digitalizar y multiplexar 24 conversaciones telefónicas en un flujo digital de 1.544 Mb/s. La primer instalación se realizó en Chicago.

1963 La “Western Electric” lanza al mercado el primer teléfono de tonos, el modelo 1500. Este teléfono tenía 10 botones (0 al 9). El * (asterisco) y el # (numeral) fueron introducidos en 1967, en el modelo 2500. Los teléfonos de tonos utilizan una matriz de 4 filas por 4 columnas. Cada fila y cada



columna corresponde a una frecuencia determinada. Al pulsar un dígito, el teléfono genera una señal compuesta por la suma de dos frecuencias, que pueden ser luego fácilmente detectadas en la central pública, por medio de filtros adecuados. La elección de este sistema de señalización se basa en el trabajo de L. Schenker, de 1960, en el que se estudian varias posibles sistemas de señalización y se concluye que el de tonos multifrecuentes es el mejor [43].

1963 Un comité formado por representantes del gobierno y la industria desarrolla el código ASCII (American Standard Code for Information Interchange), para permitir el intercambio de información entre computadores desarrollados por diferentes empresas.

ASCII Alphabet			
A	1000001	N	1001110
B	1000010	O	1001111
C	1000011	P	1010000
D	1000100	Q	1010001
E	1000101	R	1010010
F	1000110	S	1010011
G	1000111	T	1010100
H	1001000	U	1010101
I	1001001	V	1010110
J	1001010	W	1010111
K	1001011	X	1011000
L	1001100	Y	1011001
M	1001101	Z	1011010

El código incluía la identificación de las letras del alfabeto inglés (A a Z, pero sin tildes, ñ, etc.), los números (0 al 9), caracteres de puntuación y algunos caracteres especiales (como "retorno de carro", "salto de línea", etc.). Cada carácter se representa mediante un conjunto de 7 bits, permitiendo por lo tanto un total de 128 caracteres. La estandarización de palabras de 8 bits ("bytes") fue establecida posteriormente, en 1964, con el lanzamiento del modelo 360 de IBM

1964 En 1964, Paul Baran hace pública una serie de trabajos "sobre comunicaciones distribuidas" realizados en la RAND (organización sin fines de lucro orientada a la investigación y el desarrollo, patrocinada originalmente por el Ejército de los Estados Unidos). Paul Baran, un Ingeniero nacido en Polonia [44], sentó las bases teóricas de las redes de paquetes, que actualmente utilizan las redes LAN, WAN e Internet. Baran trabajó inicialmente en la Eckert Mauchy Computer Company, en la época del diseño de ENIAC y UNIVAC. Sin embargo, su trabajo en este período consistió en el estudio de los tiempos medios entre fallas de cada uno de los componentes, y en base a ellos en la predicción del tiempo medio entre fallas de estos computadores. Luego de su estudio llegó a la conclusión de que era prácticamente imposible que estos equipos funcionaran, por lo menos de manera suficientemente confiable, por lo que decidió cambiar de trabajo.



Paul Baran

Trabajó en radio telemetría para el ejército, y en procesamiento de datos de radares, y durante las noches, asistió a clases complementarias en la UCLA. Sobre fines de la década de 1950 comenzó a trabajar en la RAND. En plena "Guerra Fría", uno de los problemas que preocupaban al Ejército Norteamericano era la vulnerabilidad de sus comunicaciones. Baran realizó

un estudio de la red telefónica instalada (esencialmente la red de larga distancia, de AT&T), llegando a la conclusión que la misma era sumamente vulnerable a ataques, ya que si dejaban de funcionar algunas pocas centrales claves, podían quedar incomunicados un gran número de puntos estratégicos. Pensando en el diseño de una red mucho más confiable, Baran llegó a la conclusión que dicha red debía ser digital, en forma de malla, y debían utilizarse pequeños "bloques de mensajes" que debían ser transmitidos desde el origen hasta el destino, pasando por los nodos intermedios, en dónde se regeneraría la señal y se decidiría el mejor enrutamiento para cada "bloque de mensaje". Según sus cálculos, esta red era perfectamente realizable, económicamente viable y sumamente robusta, ya que ninguna falla puntual podía dejar incomunicada a gran parte de la red. Los conceptos básicos fueron descritos en 12 publicaciones internas de la RAND y luego compilados y publicados en "On Distributed Communications" [45].

Baran presentó sus trabajos a los altos jerarcas de AT&T, ya que parecía la empresa ideal para realizar los desarrollos prácticos y la implantación de este tipo de red. Sin embargo, la mayoría de estos jerarcas no entendieron los nuevos conceptos (la telefonía en la década de 1960 era analógica, y los conceptos de conmutación digital eran inexistentes hasta el trabajo de Barban), y sus trabajos no tuvieron receptividad en esta compañía [46].

1965 Luego de 10 años de desarrollo, y a 17 años del invento del transistor, es instalada la primer central telefónica pública electrónica, en Succasunna, Nueva Jersey. El modelo 1 ESS, desarrollado en los laboratorios Bell, utilizaba 55.000 transistores y 160.000 diodos, además de los correspondientes componentes pasivos. Estos componentes estaba dispuestos en cientos de placas. La conmutación de esta central telefónica era realizada con relés, que memorizaban su último estado, por lo que únicamente requerían corriente para cambiarlos de estado (es decir, en el establecimiento y corte de las comunicaciones). El procesamiento era realizado por una CPU duplicada, en la que se comparaba paso a paso el resultado de cada operación. El programa era almacenado en memoria, introduciendo por primera vez el concepto de "Control por Programa Almacenado" (Stored Program Control), un nombre de marketing para indicar que la central telefónica disponía de memorias electrónicas.

La nueva CPU electrónica permitió incorporar algunas nuevas funciones, como ser "desvíos de llamadas" y "discado abreviado". Desde el punto de vista de la conmutación, la 1 ESS seguía siendo una central analógica, ya que el audio no era digitalizado.

1966 A comienzos de la década de 1960, AT&T diseñó el primer MODEM, al que llamó "Dataphone". Este dispositivo convertía datos en señales acústicas que podían ser transportadas por la red telefónica. El Dataphone estaba basado en los trabajos de A.W. Morten y H.E. Vaughan de 1955 [47].

Sin embargo, no fue hasta 1966 que tuvo aplicación práctica, gracias a los trabajos de John Van Geen, del Stanford Research Institute, que permitieron detectar correctamente la información, aun en líneas con ruidos [48].



Van Geen necesitaba conectarse a un computador central, mediante líneas telefónicas de larga distancia. Los módems existentes en aquella época (instalados por las compañías Bell), tenían malos resultados, debido a los ruidos existentes en las comunicaciones de larga distancia. Van Geen trabajó en el diseño de un MODEM con acoplamiento acústico que sea inmune a los ruidos de la línea telefónica. En aquella época, estaba prohibido conectar a las líneas cualquier dispositivo que no fuera diseñado y vendido por la propia compañía telefónica. Los módems de acoplamiento acústico se acoplaban a los tubos o microteléfonos del aparato que instalaba la propia compañía telefónica, por lo que de esta manera no se violaba la legislación existente [49].

Este tipo de módems, con acoplamiento acústico, fue usado hasta la década de 1980.

Los primeros módems trabajaban a 300 y 1200 bps, con modulación FSK. Sobre fines de la década de 1960, aparecieron módems de 4800 bps, utilizando modulación PSK, y de 9600 bps usando QAM con constelaciones de 16 puntos

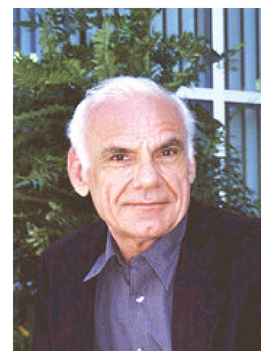
1969 En julio de 1969, luego de casi 10 años de carrera espacial, el Apolo 11 desciende sobre la Luna. Neil Armstrong realiza la primer transmisión televisiva desde otro mundo, con su famosa frase *"...es un pequeño paso para un hombre, pero un gran salto para la humanidad..."*

1969 En 1969, mientras Armstrong caminaba sobre la Luna, entraba en funcionamiento la primer red de computadoras, la ARPANET, consistente en 4 nodos, ubicados en UCLA, el Stanford Research Institute (SRI), la Universidad de Utah, y la UC Santa Barbara. El proyecto había comenzado en 1962, en la ARPA ("Advanced Research Projects Agency"), una de las agencias de investigación del Departamento de Defensa Norteamericano. En este año, el Dr. J.C.R. Licklider fue nombrado Director de ARPA – IPTO (Information Processing Techniques), con el fin de estudiar cómo debía ser la red de comunicaciones del ejército. Licklieder había publicado anteriormente un trabajo acerca de la interacción cooperativa entre hombres y computadoras. En este trabajo, Licklieder presenta un futuro en el que los hombre y las computadoras vivirán en "simbiosis", dependientes uno del otro: *"... parece razonable prever, para dentro de 10 a 15 años, un 'centro pensante', que*



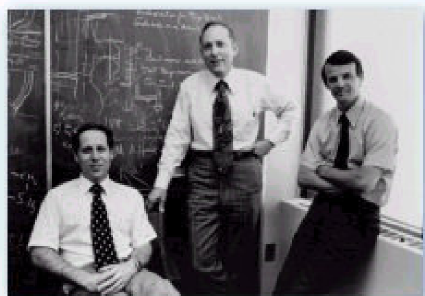
J R Licklider

incorporará las funciones actuales de las bibliotecas, con varias mejoras en el almacenamiento y búsqueda... La imagen es la de una red de estos centros, conectados entre si con líneas de comunicaciones de gran ancho de banda y a usuarios individuales por medio de servicios cableados contratados. En este sistema, la velocidad de las computadoras será balanceada, y el costo de las gigantescas memorias y los sofisticados programas necesarios serán divididos entre el número de usuarios..." [50].
Si bien el artículo pudo haber subestimado los plazos y en algunos aspectos las dificultades de la inteligencia artificial (mencionada en el artículo), es sin duda, una acertada predicción aventurada para la época en que fue publicada (1960). Licklieder entendió que las futuras redes debían ser digitales, con conmutación de paquetes (tal como lo estaba proponiendo Baran desde la RAND) y debían conectar a todas las computadoras existentes. Lick (como era conocido en la ARPA), llamó a ésta la "Red Intergaláctica" ("Inter-Galactic Network"). Licklieder sentó las bases del trabajo que daría lugar a ARPANET. En 1966 Robert Taylor tomó el lugar de Licklieder, y contrató al Dr. Lawrence (Larry) G. Roberts como responsable del proyecto ARPANET, que llegó a sus primeros logros en 1969. En un resumen de sus trabajos, publicado en 1971, Larry Roberts indica *"... lo que se necesitaba era un servicio de mensajes en el cual cualquier computadora pueda transmitir un mensaje destinado a cualquier otra computadora y estar segura que será entregado correcta y rápidamente...."* [51]. Fue el nacimiento de Internet.



Dr. Lawrence G. Roberts

1970 Hasta comienzos de la década de 1970, los medios de transmisión utilizados en telecomunicaciones consistían en cables de cobre (pares trenzados o más recientemente cables coaxiales) y el "vacío", utilizado en las comunicaciones inalámbricas. La teoría de utilizar la luz como medio de transmisión de información era muy antigua, pero técnicamente impracticable. En 1880, Alexander Graham Bell demostró que la luz podía transportar señales de voz por el aire, sin necesidad de utilizar cables. El "Fotofono" de Bell reproducía voces detectando las variaciones de luz solar que llegaban a un receptor. Su teoría era perfectamente correcta, pero no era práctica en su época.



R Maurer, P Schultz y D Keck

El interés en las tecnologías de fibras ópticas comenzó a crecer significativamente por 1950, cuando se patentó un método que utilizaba un vidrio en forma cilíndrica, de dos capas como guía de onda para la luz.
En los comienzos de 1960, se utilizó por primera vez un "Láser" como fuente de luz para las primeras fibras ópticas, con resultados asombrosos.

Sin embargo, el alto costo de los láser ópticos de aquella época impedían el uso comercial de ésta tecnología. A finales de la década de 1960 se descubrió que las altas pérdidas de luz en las fibras ópticas eran debidas mayoritariamente a las impurezas del vidrio, y no a sus propiedades intrínsecas.

A principios de 1970, los ingenieros Robert Maurer, Peter Schultz y Donald Keck de la Corning Glass Works refinaron el proceso de construcción de las fibras ópticas, consiguiendo pérdidas de luz mucho menores, y permitiendo el uso de fuentes de luz de menor costo, como los LEDs. En 1970 consiguieron un pérdida menor al 1% en un kilómetro de fibra [52].

1972 A fines de 1972, Northern Telecom. (actualmente Nortel Networks) diseña la primer PBX digital. En menos de 3 años, esta PBX (conocida como SG-1 o PULSE) fue instalada en más de 6.000 empresas. La PULSE fue rediseñada, convirtiéndose en una central privada totalmente digital, implementando conmutación digital por división de tiempo (TDM). Este nuevo modelo, fue conocido como SL-1 [53].

1973 En 1972, Robert (Bob) Metcalfe comenzó a trabajar para Xerox, en Palo Alto Research Center (PARC). Anteriormente, Metcalfe había trabajado en el proyecto ARPANET. Para una confernencia donde se haría una presentación de ARPANET, Metcalfe escribió el artículo “Scenarios for the Arpanet”, y quedó a cargo de una demostración pública del sistema. Durante esta demostración, Metcalfe recuerda la siguiente anécdota: *“Yo estaba sentado frente al terminal, un estudiante graduado con una gran y tupida barba roja, dando un paseo por esa red a diez ejecutivos de AT&T, todos ellos vistiendo elegantes trajes a rayas..., y en el medio de la demostración – por primera vez en tres días – el sistema dejó de funcionar. Miré hacia arriba, y ellos... estaban felices de que no hubiera funcionado. Estaban sonriendo”* [54]

En Xerox le fue asignada la tarea de desarrollar un mecanismo para interconectar los computadores que en ese momento se estaban desarrollando en la Compañía. Inspirado en los trabajos publicados por la Universidad de Hawaii, respecto a la red “Alohanet” [55], en 1973 Bob Metcalfe desarrolló una nueva tecnología de comunicación entre computadores, a la que llamó “Ethernet”.


Robert (Bob) Metcalfe

Ethernet fue tan exitosa, que en 1980 varias compañías la adoptaron. Digital, Intel y Xerox comenzaron a usarla, a velocidades de 10 Mb/s, convirtiéndola en un “estándar de hecho”.

En febrero de 1980 la Sociedad de Computación del IEEE realizó la primer reunión del “comité de estandarización de redes de área local” (“Local Network Standards Committee”), al que fue asignado el número 802 (simplemente el siguiente número secuencial de los proyectos que estaban en curso en la IEEE). En 1983 Ethernet es estandarizada como IEEE 802.3 (10 Base 5).

Metcalfe fundó en 1979 la compañía 3Com (las tres “Com” provienen de Computers, Communication, Compatibility) [56].

1973 El Dr. Martín Cooper, en esos momentos Gerente General de la división de Sistemas de Comunicación en Motorola, realiza la primer llamada desde un teléfono celular. El 3 de abril de 1973. Cooper, caminando por las calles de Nueva York, realizó la llamada inaugural desde su flamante teléfono celular, discando el número de su colega y rival Joel Engel, quien trabajaba para los laboratorios Bell. Los laboratorios Bell habían introducido los conceptos de la tecnología celular en 1947, pero Motorola fue la primer compañía en diseñar y fabricar un teléfono móvil celular [57].

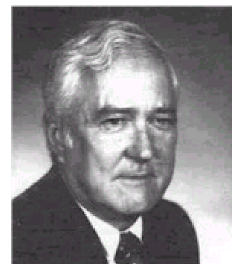

Martin Cooper con su primer celular



El invento había sido largamente esperado, y varias veces utilizado por Holywood en sus películas “futuristas”, entre las que vale la pena recordar a la serie “Get Smart” o “El agente F86”, de 1965, con su famoso “Zapatófono”, y al “Batifono”, de 1966, utilizado por Batman y Robin (aunque éste último no era un teléfono celular independiente, sino que estaba ligado al Batimóvil) [58].

1976 En 1976 es inaugurada en Chicago la primera central pública con conmutación digital por división de tiempo (TDM), la No 4 ESS. El proyecto, de los laboratorios Bell, fue llevado a cabo por el Ingeniero H. Earle Vaughan.

La 4 ESS podía conectar 550.000 llamadas por hora. El trabajo había comenzada en 1955, con el proyecto ESSEX (“Expermimental Solid State Exchange), del cual Vaughan era el principal responsable. Durante el proyecto ESSEX, Vaughan sentó las bases para la conmutación digital, basándose en la técnica PCM y en la multiplexación por división de tiempo TDM. Entre 1962 y 1965, Vaughan estuvo a cargo del sistema 1 ESS. En 1968 comienza el proyecto 4 ESS, culminando en 1976 con la instalación de la primer central pública con conmutación digital. Vaughan se retiró luego de finalizado este proyecto.


H. Earle Vaughan

Vaughan recibió la Medalla de Honor de la IEEE en 1977, *“por su visión, contribución técnica y liderzazo en el desarrollo del primer conmutador telefónico de alta capacidad con tecnología de modulación por impulsos codificados (PCM) y división temporal (TDM)”* [59]

1977 El primer prototipo de sistema celular comercial es instalado en Chicago, por AT&T, en 1977. En 1978, más de 2000 celulares son probados por el público. En 1979 el primer sistema celular comercial comenzó a funcionar en Tokio.

1982 Finalmente, en 1982, la FCC autoriza el servicio comercial de telefonía celular en Estados Unidos. Un año después, en 1983, el primer sistema comercial con tecnología AMPS (Advanced Mobile Phone Service) comienza a funcionar en Chicago, luego de 35 años de introducidos los primeros conceptos de telefónica celular, y a 10 años de la fabricación del primer teléfono celular.

Por su lado, la introducción de la telefonía celular en Europa comenzó en 1981, con el sistema NMT450 (Nordic Mobile Telephone) en Suecia, Finlandia y Dinamarca. Fue el primer sistema celular con cobertura multinacional. En 1985 Gran Bretaña comienza a utilizar el sistema TACS (Total Access Communications System). Luego, Alemania introduce el sistema C-Netz, Francia el Radiocom2000 e Italia el RTMI/RTMS. Pasados los mediados de la década de 1980, Europa tenía 9 sistemas celulares analógicos, incompatibles entre sí. A esa altura, las compañías y estados europeos, deciden comenzar a trabajar en conjunto en un nuevo estándar, común para todos los países, y con tecnología digital. Este nuevo estándar sería el GSM. Por su lado, Estados Unidos no sufre de problemas de incompatibilidad, ya que su sistema analógico AMPS se populariza cada vez, y no ve como necesidad inmediata la digitalización del sistema.

1983 En Francia, en 1983, es lanzado oficialmente "Minitel", un sistema de directorio electrónico. El sistema consiste un una red de datos a nivel nacional, dónde en cada hogar se instala un terminal con acceso a una base de datos centralizada de directorios y servicios. El terminal consiste en una pantalla de texto y un teclado, generalmente integrados en un mismo equipo físico. Años antes de la popularización de Internet, Francia contaba con una red de datos, que llegaba prácticamente a todos los hogares, y sin fallas durante 20 años [60].



1984 A comienzos de la década de 1980 se comenzó a sentar las bases conceptuales para una nueva red telefónica, con tecnología digital hasta los terminales de abonado. Esto dio origen a la primera versión de la recomendación I.120 de la CCITT (actualmente ITU-T), que describe lineamentos generales para implementar un nuevo concepto en telefonía: ISDN ("Integrated Services Digital Networks") o RDSI ("Red Digital de Servicios Integrados"). Con ISDN se proponía llegar digitalmente hasta los abonados, y brindar servicios de valor agregado de telefonía y datos. Sin embargo, ISDN no tuvo el éxito que se esperaba a sus comienzos. Varios problemas de incompatibilidades entre diversos fabricantes retrasaron la masificación de este servicio. Para cuando el servicio podría haber crecido, nuevas tecnologías (como xDSL o cablemodem) ya estaban ingresando en el mercado, con mejores servicios y a precios más competitivos. Sin

embargo, ISDN tiene aún mucha importancia, además de haber sido el primer sistema estandarizado de telefonía digital hasta los abonados.

1985 En 1985, la CCIA (Computer Communications Industry Association) solicitó a la EIA (Electronic Industries Alliance) realizar un estándar referente a los sistemas de cableado. En esa fecha se entendió que era necesario realizar un estándar que contemplara todos los requerimientos de cableado de los sistemas de comunicaciones, incluyendo voz y datos, para el área corporativa (empresarial) y residencial. La EIA asignó la tarea de desarrollar estándares de cableado al comité "TR-41". El resultado de este esfuerzo, llevado a cabo desde 1985 hasta el día de hoy, ha sido la realización y aceptación de un conjunto de recomendaciones (llamadas "estándares") acerca de las infraestructuras de cableado para los edificios comerciales y residenciales. Entre estos estándares se encuentran el ANSI/TIA/EIA 568 [61], referente a los cables y sus categorías (Categoría 3, 4, 5, 5e, 6...) , el ANSI/TIA/EIA 569 [62], referente a los espacios y canalizaciones para telecomunicaciones, y el ANSI/TIA/EIA 607 [63], referente a los aterramientos para telecomunicaciones, entre otros [64]

1988 Comienza a funcionar en 1988 el primer cable trasatlántico de fibra óptica, el TAT-8, con 6.600 km de longitud, uniendo Estados Unidos y Francia.



Tenía una capacidad de 40.000 conversaciones telefónicas simultáneas (10 veces más que el TAT-7 existente en la época, y 1.000 veces más que el TAT-1, instalado en 1956).

1989 La "World Wide Web" (www) fue creada en 1989 por Tim Barners Lee en el Instituto Europeo de Investigación de Física de Partículas (CERN) en Ginebra (Suiza). Barners-Lee presentó los conceptos en un artículo publicado en 1989 [65], dónde se propone un sistema para mantener y compartir la información de los trabajos realizados por los físicos del CERN. Este sistema, llamado "Mesh" originalmente, fue bautizado en 1990 por Barners-Lee como "World Wide Web". Barners-Lee se basó en la idea de "Hipertexto", introducida en 1950 por Ted Nelson.


T Barners Lee

Actualmente Barners-Lee dirige el "World Wide Web Consortium" (W3C) [66], un foro abierto para compañías y organizaciones con la misión de llevar la web a su máximo potencial.

1991 En 1990 cuatro empresas privadas (Digital Equipment, StrataCom, Northern Telecom y Cisco) deciden reunir sus esfuerzos para implementar un protocolo de comunicaciones interoperable entre sus equipos. La "Banda de los Cuatro" ("Gang of Four"), como fueron denominados en su momento, sentó las bases de la tecnología de Frame Relay, y en 1991 estableció el "Foro de Frame Relay" (Frame Relay Forum). Rápidamente se sumaron

muchas otras empresas, y al poco tiempo AT&T comenzó a ofrecer servicios públicos de Frame Relay.

1995 En 1995 fue instalada la primer aplicación comercial con tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multilplexion), llegando a velocidades de 8.4 Tb/s, lo que es suficiente para más de 100 millones de conversaciones telefónicas simultáneas.

1996 En octubre de 1996 es ratificada la versión 1 de H.323, por el grupo de estudio 16 de la ITU-T. H.323 es el primer estándar para la transmisión de multimedia (voz, video y datos) a través de redes de paquetes. La primer versión era relativamente básica, y fue mejorada sucesivamente en 1998 (versión 2), 1999 (versión 3), 2001 (versión 4) y 2003 (versión 5) [67].

1998 En 1998 las compañías Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel formaron un "Grupo de Interés Especial" (SIG = Special Interest Group) para desarrollar una tecnología de conectividad inalámbrica entre dispositivos móviles de uso personal, que utilizara la banda no licenciada de frecuencias (ISM). Fue el nacimiento de Bluetooth [68]. El nombre Bluetooth tiene sus orígenes en Harald Blåtand (en Inglés Harald I Bluetooth), quien fue Rey de Dinamarca, entre los años 940 y el 985. El nombre "Blåtand" fue probablemente tomado de dos viejas palabras danesas: 'blå', que significa "piel oscura" y 'tan' que significa "gran hombre". Como buen Vikingo, Harald consideraba honorable pelear por tesoros en tierras extranjeras. En 960 llegó a la cima de su poder, gobernando y unificando Dinamarca y Noruega. Así como el antiguo Harlad unificó Dinamarca y Noruega, los creadores de Bluetooth esperan que ésta tecnología unifique los mundos de los dispositivos informáticos y de telecomunicaciones.



1999 En marzo de 1999 es aprobado el RFC 2543, por el grupo de estudio MMUSIC del IETF, dando origen oficial al protocolo SIP (Session Initiaton Protocol). SIP tiene sus orígenes a fines de 1996, como un componente del "Mbone" (Multicast Backbone), El Mbone, era una red experimental montada sobre la Internet, para la distribución de contenido multimedia, incluyendo charlas, seminarios y conferencias de la IETF. Uno de sus componentes esenciales era un mecanismo para invitar a usuarios a escuchar una sesión multimedia, futura o ya establecida. Básicamente un "protocolo de inicio de sesión" (SIP).
En junio de 2002, el RFC 2543 fue reemplazado por un conjunto de nuevas recomendaciones, entre las que se encuentran los RFC 3261 al 3266.

2000 A partir de 1997 y hasta 2000, el auge de Internet creció a ritmo acelerado. Las nuevas empresas "puntocom" parecían ser la panacea de los inversionistas, prometiendo rentabilidades elevadas, y cotizando en bolsa a

valores sin precedentes. La situación terminó en forma relativamente abrupta, en 2000, cuando cayeron muchas de estas empresas, sin generar los millones prometidos, y dejando en bancarrota a la mayoría de los inversionistas [69].

2002 En 2001, el grupo MPEG de ISO/IEC y el VCEG (Video Coding Expert Group) del ITU-T decidieron unir esfuerzos en un emprendimiento conjunto para estandarizar un nuevo codificador de video, mejor que los anteriores, especialmente para anchos de banda o capacidad de almacenamiento reducidos [70]. El grupo se llamó JVT (Joint Video Team), y culminó en 2002 con la estandarización de la recomendación H.264/MPEG-4 Part 10, también conocida como JVT/H.26L/AVC (Advanced Video Coding) o H.264/AVC. Con AVC, para una misma calidad de video, se logran mejoras en el ancho de banda requerido de aproximadamente un 50% respecto estándares anteriores [71] [72].



Gary J. Sullivan

Gary J. Sullivan [73], fue uno de los Ingenieros Electrónicos que aportó al desarrollo de este nuevo estándar, y fue el creador de “DirectX” para Microsoft Windows. Fue el “chariman” del JVT, participando en la edición de gran parte de la recomendación.

2002 Por primera vez, la cantidad de teléfonos celulares supera a la cantidad de teléfonos fijos a nivel mundial. En este año, 19 de cada 100 habitantes tienen un teléfono móvil, mientras que 18 de cada 100 habitantes en el planeta tienen un teléfono fijo [74]. La telefonía móvil continúa experimentando un fuerte crecimiento, mientras que la telefonía fija se mantiene prácticamente estable: En 2007, la mitad de la población mundial tiene un teléfono celular

2003 En junio de 2003, es aprobada la recomendación IEEE 802.11g, como evolución tecnológica de la serie de recomendaciones 802.11, de redes LAN inalámbricas. El mercado de LAN inalámbrico tiene una marcada tendencia de crecimiento, desde 1997, cuando fue ratificada por la IEEE la primera recomendación de la serie 802.11. En gran medida, esta tendencia se ha dado gracias a la “Wi-Fi Alliance”, una organización internacional formada en 1999 para certificar la interoperabilidad de dispositivos de redes inalámbricas, basadas en las recomendaciones IEEE 802.11. A partir de marzo de 2000 la Wi-Fi comenzó a extender certificados de interoperabilidad. En 2004, se han certificado más de 1000 productos, de más de 200 compañías miembros de Wi-Fi.

2004 Se batió el record de velocidad de transmisión entre sitios separados miles de kilómetros [75]. Se transmitieron datos a 10 Gb/s (más de 7 Gb/s

efectivos) entre la Universidad de Tokio y el CERN (separados 18,500 km), con conexiones Ethernet.
Esta velocidad equivale a transmitir el contenido de un DVD en menos de 5 segundos

2005 En mayo de 2005 el grupo de estudio 15 del ITU termina la recomendación de VDSL2 (ITU-T G.993.2), utilizando tecnologías DSL con velocidades de hasta 100 Mb/s [76].


Yoichi Maeda

Yoichi Maeda, Presidente de la Comisión de Estudio del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la ITU, responsable de este trabajo, declaró que *"se ha reunido lo mejor del ADSL, el ADSL2+ y el VDSL para alcanzar niveles de calidad de funcionamiento extremadamente altos en la VDSL2. Esta nueva norma va camino de convertirse en una de las más importantes en el panorama de las telecomunicaciones y constituye un hito histórico…"*

2006 Se presenta el primer prototipo funcional de las laptop XO, correspondientes al proyecto OLPC (One Laptop Per Child) [77].



Nicholas Negroponte [78] (ex directorio del "Media Lab" del MIT) fue el precursor del programa OLPC, propuesto por él mismo en 2005, y patrocinado por la ONU.


Nicholas Negroponte

En 2007 Uruguay fue el primer país del mundo en adquirir laptops XO para la educación pública, a través de un proceso de licitación. El proyecto es conocido como "Plan Ceibal" [79]. Para fines de 2008, el proyecto ya dispone más de 170.000 laptops entregados a niños y maestros, de los cuales más del 90% tienen acceso a Internet, lo que pone a Uruguay en la vanguardia mundial en este tipo de proyectos [80].

2008 Se aprobó el estándar de cableado UTP categoría 6a (ANSI/TIA/EIA 568-B.2-10) [81], diseñado para frecuencias de hasta 500 MHz en distancias de hasta 100 m. Este estándar está pensado para 10 Gb/s Ethernet hasta el escritorio.

2008 Por primera vez la venta de laptops y notebooks supera a la venta de PCs de escritorio en Norteamérica [82].

.

Referencias

[1] A Brief History of the Fax Machine
http://www.printercartridgesink.com/faxhistory.html

[2] A Brief History of the Fax Machine
Mary Bellis
http://inventors.about.com/library/inventors/blfax.htm

[3] Facsimile & SSTV History
http://www.hffax.de/html/hauptteil_faxhistory.htm

[4] Alexander Bain
http://www.thocp.net/biographies/bain_alexander.htm

[5] Just the Fax
Gerard J. Holzmann, Inc. Magazine, September 1998
http://www.inc.com/magazine/19980915/5368.html

[6] Mahlon Loomis - First Wireless Telegrapher
Edward A. Sharpe, Archivist SMEC 1989 (now SMECC 2003)
http://www.smecc.org

[7] The Broadcast Archive
Barry Mishkind - The Eclectic Engineer
http://www.oldradio.com/

[8] Adventures in Cybersound
http://www.acmi.net.au/AIC/LOOMIS_BIO.html

[9] Radio News, November, 1922, pages 974-978 (Loomis lecture extract)
http://earlyradiohistory.us/1872loom.htm

[10] El cable transatlántico
Bern Dibner
Editorial Limusa-Wiley, 1967

[11] US Patent 174.465
Las patentes pueden ser ubicadas en http://www.uspto.gov/patft/index.html

[12] Ericsson History Page
TelecomWriting.com's Telephone History Series
Farley, Hauknes, and Robbins

[13] "The Theory of Probabilities and Telephone Conversations"
Erlang, Agner Krarup (1901)
Nyt Tidsskrift for Matematik B, vol. 20.

[14] "The life and works of A.K. Erlang", Brockmeyer,E; Halstrom, H.L; y Jensen, Arns (1948), Copenhagen: The Copenhagen Telephone Company. (también en http://oldwww.com.dtu.dk/teletraffic/Erlang.html)

[15] Extraído de la página de Gustavo Coll (http://www.signa-uruguay.com)

[16] Lindsborg News-Record, July 6, 1923

[17] The Invention and Development of the Dial Telphone: The Contribution of Three Lindsborg Inventors
Emory Lindquist
Spring, 1957 (Vol. 23, No. 1)
http://www.kancoll.org/khq/1957/57_1_lindquist.htm

[18] Ambrose Fleming - the founder of electronics
Ian Pole
http://www.radio-electronics.com/info/radio_history/gtnames/fleming.html

[19] How Detroit Police reinvented the wheel
Kenneth S. Dobson
The Detroit News
http://info.detnews.com/history/story/index.cfm?id=35&category=government

[20] Diario El Día, Edición en Huecograbado
Montevideo, Febrero 26 de 1933, Año 2, número 22

[21] About the Federal Communications Commission
http://www.fcc.gov/aboutus.html

[22] ALEC REEVES 1902-1971
David Robertson
http://www.privateline.com

[23] Alec Harley Reeves
http://homepage.ntlworld.com/quantium/ahr/

[24] Alec Harley Reeves
http://homepage.ntlworld.com/quantium/ahr/pcm.htm

[25] Crossbar Switching
Peter Walker
THG's AGM, 23rd September 2000
http://www.thg.org.uk/pwalker/xbar/index.htm

[26] Arthur C. Keller, Electrical Engineer
An oral history conducted in 1973 by Julian Tebo
IEEE History Center, Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA.

[27] The ENIAC Story
http://ftp.arl.mil/~mike/comphist/eniac-story.html
Martin H. Weik, 1961
Ordnance Ballistic Research Laboratories, Aberdeen Proving Ground, MD

[28] The First Electronic Computer
Allan R. Mackintosh
Physics Today., March 1987

[29] United State District Court, District of Minessota, 4th division
Honywell Inc. Vs Sperry Rand Corporation
File 4-67 Civ 138

[30] Historia de los Transistores

http://electronred.iespana.es/electronred/TRANSISTORANTIGUOS.htm

[31] Nobel Prize in Physics 1956
Nobel e-museum
http://www.nobel.se/physics/laureates/1956/

[32] Nobel Prize in Physics 1972
Nobel e-museum
http://www.nobel.se/physics/laureates/1972/

[33] Transistorized
http://www.pbs.org/transistor/index.html

[34] A mathematical theory of communication
C. E. Shannon
Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379-423 and 623-656, July and October, 1948.

[35] UNIVAC I: The First Mass-Produced Computer
George Gray
Unisys History Newsletter
Volume 5, Number 1, January 2001

[36] Sufragio Universal
Isaac Asimov, 1955

[37] THE FIRST TRANSATLANTIC TELEPHONE CABLE (TAT 1)
BT Archives and Historical Information Centre
http://www.sigtel.com/tel_hist_tat1.html

[38] Jack St. Clair Kilby
1986 IEEE Annual Awards Presentation Booklet
IEEE History Center

[39] Robert N. Noyce
1978 IEEE Awards Reception Brochure
IEEE History Center

[40] Nobel Prize in Physics 2000
Nobel e-museum
http://www.nobel.se/physics/laureates/2000/

[41] Historia de los Satélites de Telecomunicaciones
http://www.geocities.com/CapeCanaveral/3241/historis.htm

[42] Telstar, a history
John R. Pierce
SMEC Vintage Electrics, 1990
http://www.smecc.org/john_pierce1.htm

[43] Pushbutton Calling with a Two-Group Voice Frequency Code
THE BELL SYSTEM Technical Journal, Volume XXXIX, January 1960
L. Schenker

[44] Paul Baran
1990 IEEE Honors Ceremony Brochure
IEEE History Center

[45] On Distributed Communications
Paul Baran
IEEE Trans. Comm. Sys., Marzo 1964.
http://www.rand.org/publications/RM/baran.list.html

[46] Paul Baran, Electrical Engineer
An oral history conducted in 1999 by David Hochfelder
IEEE History Center Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA.

[47] Transmission of Digital Information over Telephone Circuits
A.W. Morten and H.E. Vaughan
BSTJ paper, May 1955.

[48] The computer museum
History center
http://www.offtowork.com/cmuseum/www.net.org/html/history/detail/1966-modem.html

[49] Understanding Computers
Communications
Time-Life Books, 1986

[50] Man-Computer Symbiosis
J. C. R. Licklider
IRE Transactions on Human Factors in Electronics, volume HFE-1, pages 4-11, March 1960

[51] The ARPA Network
Lawrence.G.Roberts and Barry D. Wessler
Advanced Research Projects Agency, Washington, D.C. and University of Utah
May 1971

[52] AT&T and Corning: Fiber Optics in the 1970s
High Technology Entrepreneurship and Strategy
Baani Amrita et al, 10 June 2003

[53] Northern Electric – A Brief History
David Massey
Bell System Memorial

[54] The Legend of Bob Metcalfe
Scott Kirsner
Wired Digital Magazine, Issue 6.11, Nov 1998

[55] N. Abramson, The Aloha System - Another Alternative for Computer Communications,
Proceedings of Fall Joint Computer Conference,
AFIPS Conference Proceedings, Vol. 37, pp. 281-285, 1970

[56] Robert M. Metcalfe
1996 IEEE Honors Ceremony Brochure
IEEE History Center

[57] Martin Cooper – History of Cell Phones
Mary Bellis
http://inventors.about.com/cs/inventorsalphabet/a/martin_cooper.htm

[58] Mobile Telephone History
Tom Farley
http://www.privateline.com

[59] H. Earle Vaughan
1977 IEEE Awards Reception Brochure
IEEE History Center

[60] France's Minitel: 20 years young
James Arnold
BBC News Online business reporter, 14 de mayo de 2003

[61] ANSI/TIA/EIA 568-B.2 (CATEGORIA 6) Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, Part 2:100 ohm Balanced Twisted-Pair Cabling. (Junio 2002)

[62] ANSI/TIA/EIA 569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces. (Febrero 1998)

[63] ANSI/J-STD--607-A-2002 Grounding and Bonding (octubre 2002)

[64] Cableado Estructurado
José Joskowicz
Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Junio 2003

[65] Information Management: A Proposal
Tim Barners-Lee
CERN, March 1989

[66] Tim Barners-Lee
http://www.w3.org/People/Berners-Lee/

[67] Recommendation H.323 Version 4: “Packet-based multimedia communications systems”, ITU-T (February 2001)

[68] Bluetooth Protocol and Security Architecture Review
http://www.cs.utk.edu/~dasgupta/bluetooth/

[69] Los felices 90
Joseph E. Stiglitz, 2003
ISBN:950-511-903-8

[70] The H.264/AVC Advanced Video Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extension
Gary J. Sullivan, Pankaj Topiwala, and Ajay Luthra
SPIE Conference on Applications of Digital Image Processing XXVII
Special Session on Advances in the New Emerging Standard: H.264/AVC, August, 2004

[71] Overview of the H.264 / AVC Video Coding Standard
Thomas Wiegand, Gary J. Sullivan, Gisle Bjontegaard, and Ajay Luthra
IEEE Transactions on Circuits and Systems For Video Technology, Vol 13, July 2003

[72] Report of The Formal Verification Tests on AVC (ISO/IEC 14496-10 | ITU-T Rec. H.264)
ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG2003/N6231
December 2003

[73] Gary Sullivan (engineer)
Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Gary_Sullivan_(engineer)

[74] Global ICT developments
ITU – ICT world telecommunications/ICT Indicators Database
http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/ict/index.html

[75] PRNewswire. Press Release: "World's highest performance and longest distance internet communication achieved at Supercomputing 2004 conference"
16 de noviembre de 2004
http://www.prnewswire.com/cgi-bin/stories.pl?ACCT=109&STORY=/www/story/11-16-2004/0002458963&EDATE=

[76] "New ITU Standard Delivers 10x ADSL Speeds"
ITU Prese Release
27 de mayo de 2005
http://www.itu.int/newsarchive/press_releases/2005/06.html

[77] "OLPC XO-1"
http://en.wikipedia.org/wiki/OLPC_XO-1

[78] "Nicholas Negroponte"
http://web.media.mit.edu/~nicholas/

[79] Plan Ceibal
http://www.ceibal.edu.uy

[80] "El Plan Ceibal cerró el año con la mitad del vaso lleno"
El País Digital
http://www.elpais.com.uy/081204/pnacio-385262/nacional/el-plan-ceibal-cerro-el-ano-con-la-mitad-del-vaso-lleno

[81] "TIA/EIA-568-B.2-10 - Transmission Performance Specifications for 4-Pair 100 Ohm Augmented Category 6 Cabling-Addendum 10 to TIA-568-B.2"
28 de marzo de 2008

[82] "Notebook Shipments Surpass Desktops in the U.S. Market for the First Time, According to IDC"
28 de octubre de 2008
http://www.businesswire.com/portal/site/home/permalink/?ndmViewId=news_view&newsId=20081028005575&newsLang=en